Phyt.
239
m

Phys. 239m

Hanstein

E

Digitized by Google

<36623714350015

<36623714350015

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Untersuchungen

über den Bau

und

die Entwickelung der Baumrinde.

Von

Dr. Johannes Hanstein.

Mit 8 lithographirten Tafeln.

Berlin.
Verlag von G. W. F. Müller.
1853.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Digitized by Google

Vorwort.

Die vorliegenden Blätter enthalten die Ergebniſſe einer Reihe von Unterſuchungen über die Baumrinde, die ſchon vor mehreren Jahren begonnen und größeren Theils ausgeführt worden ſind. Sie wurden beſonders durch die Abhandlung H. v. Mohl's „Ueber die Entwickelung des Korks und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dikotyledonen" angeregt, und fanden in den darin mitgetheilten Beobachtungen ihren Ausgangspunkt. Doch ſind ſie damals durch andere hindernde Beſchäftigungen unterbrochen, bevor ſie zu einem gewiſſen Abſchluß gelangten. Es blieben noch manche Lücken unausgefüllt, der Art, daß die gefundenen Thatſachen zur Veröffentlichung noch nicht geeignet erſchienen.

Seitdem hat jedoch die Pflanzen-Phyſiologie wieder bedeutende Schritte vorwärts gethan. Mancherlei Aufſchlüſſe über Zellbildung und Zellenvermehrung, wie ſie die jüngſten Forſchungen brachten, ließen einzelne Fragen, die noch nicht klar beantwortet waren, faſt von ſelbſt eine leichte Löſung finden. Zugleich wurden von Anderen an anderen Pflanzen mit den meinigen übereinſtimmende Beobachtungen gemacht.

Dadurch von Neuem angetrieben, habe ich daher die Unterſuchungen wieder aufgenommen, und die früheren durch Hinzufügung neuer und noch fehlender zu ergänzen geſucht.

Digitized by Google

Dennoch erstrecken sich dieselben immer nur auf eine verhältnißmäßig geringe Zahl von Gewächsen, die überdies alle dikotyledonisch sind, so daß die Arbeit in dieser Hinsicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Sie ist nur ein Versuch, das von H. v. Mohl Begründete durch Vergleichung mit noch mehreren und zum Theil abweichenden Pflanzenformen weiter auszubauen.

Allein einerseits deuten solche Erscheinungen, die in sehr verschiedenen Pflanzenarten völlig gleich beobachtet werden, stets auf eine größere Allgemeinheit hin, und lassen gewisse einfache Grundgesetze oft mit derselben Sicherheit erkennen, als ob man Hunderte von Arten untersucht hätte. Andererseits ist es schon an sich der Mühe werth, auch nur von einer geringeren Artenzahl den anatomischen Bau nach seiner besonderen Eigenthümlichkeit zu erforschen und zu schildern. Es ist gerade die vergleichende Phytotomie, an welche die Pflanzenkunde überhaupt jetzt wichtige Fragen zu stellen hat, und von der das natürliche System insbesondere erwarten muß, sowohl in seinen einzelnen Gliedern bestätigt, als im Ganzen der Vollendung allmälig näher geführt zu werden. Zu diesem Zweige der Wissenschaft möchten demnach die vorliegenden Mittheilungen ein Geringes hinzutragen.

Insofern daher diese Blätter nur einen Beitrag zur Kenntniß des untersuchten Pflanzentheiles bieten wollen, schien es auch nicht nöthig, eine umfassendere Angabe von den bisher über diesen Gegenstand mitgetheilten Beobachtungen voranzuschicken, da schon H. v. Mohl darüber ausführlich berichtet hat.

Berlin, im April 1853.

J. Hanstein.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

I. Allgemeines 1
1. Ueberſicht der Rindenbeſtandtheile 1
2. Urſprung der Rindenglieder 6
3. Epidermis und Periderma 11
4. Primäres Rindenparenchym 17
5. Secundäre Rinde 19
6. Borkbildung 27
II. Beſonderes 38
A. Rinde mit ausdauerndem Periderma 40
1. Fagus sylvatica 40
2. Viburnum Lantana 41
3. Acer campestre. Ulmus suberosa 43
B. Rinde mit Schuppenborke 44
4. Tilia 44
5. Juglans regia 45
6. Populus nigra 46
7. Quercus 47
8. Ulmus 49
9. Syringa 50
10. Sambucus nigra 52
11. Acer 54
12. Platanus 56

Digitized by Google

Seite

C. Rinde mit Ringelborke 60

13. Vitis vinifera 61

14. Caprifolium italicum 71

15. Clematis 75

16. Ribes 77

17. Melaleuca 82

III. Gesammt-Ergebniß 87

Erklärung der Abbildungen 103

Digitized by Google

Untersuchungen

über den

Bau und die Entwicklung der Baumrinde.

Digitized by Google

Digitized by Google

I. Allgemeines.

1. Ueberſicht der Rindenbeſtandtheile.

Man pflegt im Stamme der baumartigen Dicotyledonen drei Theile zu unterſcheiden, das Mark, den Holzkörper und die Rinde.

Der Holzkörper beſteht im Allgemeinen aus Langzellen von cylindriſcher oder prismatiſcher Geſtalt, die in Ringſchichten geordnet und mit den verſchiedenen Arten der Gefäße vermengt ſind. Schmalere Streifen tafelförmiger Zellen, die Markſtrahlen, durchziehen daſſelbe in radialer Richtung, und theilen es in größere und kleinere Bündel.

Was innen und außen vom Holze iſt, wird im Weſentlichen von Rundzellen zuſammengeſetzt. Weitzelliges Parenchyma erfüllt in den meiſten Fällen die Markröhre. Rundliche, walzige, tafelartige, langröhrige Zellen machen die Rinde aus. Doch ſind ſie je nach der Pflanzenart auf mannigfache Weiſe gruppirt, ſo daß die Bildung der Rinde bei Weitem nicht ſo einförmig erſcheint, wie die des Holzes.

Dennoch laſſen gewiſſe Schichtungen der Zellgewebformen ſich überall leicht unterſcheiden, und in den meiſten Gehölzen wiederfinden.

Als ſolche ſind die Oberhaut, der Kork, die Borke, die Baſtſchicht, die „zellige Hülle" ſchon lange von den Pflanzenanatomen auf-

Digitized by Google

geführt. Auch ist genugsam bekannt, daß an ihrer inneren Grenze die Rinde alljährlich durch neue Schichten von Zellen verstärkt wird, wie es ebenso und an derselben Stelle mit dem Holze geschieht.

Die Holzlagen zeigen Jahr für Jahr, mit Ausnahme des ersten etwa, eine ziemlich gleichmäßige Bildung. Was einmal erzeugt ist, bleibt im Innern des Stammes meist unversehrt, und ein einziger Querschnitt lehrt den Beobachter die vieljährige Wachsthumsgeschichte des Holzkörpers kennen. Allein die Rinde entwickelt sich oft mit zunehmendem Alter sehr verschieden, und unterliegt dazu außen einer fortwährenden Abnutzung und Zerstörung. Daher ist ihre Untersuchung schwieriger, und man muß sie vom ersten Entstehen an längere Jahre hindurch verfolgen, wenn man sicher entscheiden will, welche Gewebeformen in ihr dem Wesen nach verschieden sind, und welche zusammengehören.

In den Werken von Meyen[1]), Link[2]), Schleiden[3]) und anderer Forscher werden die Rindenschichten nach ihren Unterschieden eingetheilt und erläutert. Aber die Angaben aller dieser finden ihre Erledigung vollständig in der ausgezeichneten Arbeit H. v. Mohl's,[4]) der zugleich die vorhandenen Untersuchungen vollständig anführt, so daß sie hier übergangen werden können.

Meyen unterschied in der Rinde Epidermis, Korkschicht, grüne Zellschicht und Bastschicht. Link theilte dieselbe in Außen-, Mittel- und Innenrinde (Exo-, meso-, endophloeum). Schleiden nimmt eine „äußere" und „innere Rindenlage" und eine „Bastlage" an.

Aehnlich klingt die Eintheilung Mohl's, doch geht aus seinen genaueren Untersuchungen eine sorgfältigere Unterscheidung und schärfere Charakteristik der Gewebeformen hervor.

Die Epidermis, die Korkschicht (stratum suberosum, phloeum), die „zellige Hülle" (stratum parenchymaticum, integumentum), die

[1]) Meyen, Pflanzenphysiologie, Th. I. S. 380.
[2]) Link, Vorlesungen über Kräuterkunde, Bd. 1. Abth. 2.
[3]) Schleiden, Grundzüge der Botanik, Th. I. S. 151.
[4]) Mohl, Untersuchungen über die Entwicklung des Korks und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dikotyledonen. Tübingen 1836.

Digitized by Google

Baſtſchicht (stratum fibrosum s. libri) finden wir als die Hauptglieder des Rindenkörpers angenommen.

Er beweiſt, daß die Epidermis der Blätter mit derjenigen der jungen Triebe übereinſtimmt, daß ſie aber mit zunehmendem Alter, wenn ſich darunter die Korkſchicht entwickelt hat, verloren geht. Die Korkſchicht ferner beſteht aus mehreren Lagen von Zellen, die in radiale Reihen geordnet ſind, und erſetzt ſpäter die Oberhaut des Zweiges oder des Stammes. Sie entwickelt ſich bei manchen Bäumen zu eigentlichem Kork, daher ſie den Namen hat. Bei anderen bleiben ihre Zellen flach und tafelförmig, und bilden eine feſte Deckſchicht, in welcher Form ſie Mohl zum Unterſchiede von der wahren, ihr vorangegangenen Epidermis mit dem Namen „Periderma" bezeichnet. Er zeigt, wie in den Korkmaſſen oftmals Lagen von den weiten Zellen des wahren Korkes mit ſolchen Periderma-Zellen abwechſeln, die das Ganze in unregelmäßige Schuppen theilen, und daß überhaupt beide Formen in einander übergehen, und alſo eine durchgreifende Trennung nicht zulaſſen.

„Zellige Hülle" nennt er eine Lage reinen Parenchyms, welches die „Baſtſchicht" umſchließt. Dieſe letzte enthält in verſchiedenen Schichten die Bündel des Baſtes, zwiſchen denen ſich Zellgewebe befindet, das in die „zellige Hülle" allmälig übergeht, ohne von derſelben weſentlich verſchieden zu ſein.

Die genannten Gewebeſchichten der Rinde entwickeln ſich bei verſchiedenen Pflanzen nicht in gleichem Maße, ſondern tragen ungleich bei zur Verdickung derſelben und zur Erzeugung der riſſigen Außenhülle, der ſogenannten Borke. Dieſe nämlich wird bald durch eine Wucherung des Korkes allein gebildet, bald jedoch wird ſie durch ſchuppenförmige Stücke der ganzen Rindenmaſſe dargeſtellt, welche, durch Lagen von neugebildetem Periderma abgegrenzt, vertrocknen, und die friſche und jüngere Rinde bedecken.

Nach der beſonderen Verſchiedenheit im Nachwachſen der einzelnen Zellgewebe-Schichten ſondert Mohl die Bäume in gewiſſe Abtheilungen. Er trennt zunächſt diejenigen, bei denen nur die Korkſchicht die Bildung der Rindenſchuppen bewirkt, von denen,

Digitized by Google

die aus Theilen aller, auch der inneren Rindenlagen eine wahre Borke erzeugen. Dann unterscheidet er die ersten, je nachdem ihre Korkschicht aus weiten polyedrischen oder aus tafelförmigen Zellen allein besteht, oder sich verschiedenfach aus beiderlei Formen zusammensetzt.

In der zweiten Abtheilung trennen sich mehrere Gruppen, indem die Borke auf der Rinde bald in Schuppen erscheint, die entweder gleich nach ihrer Entstehung abfallen, oder länger haften bleiben, bald wiederholentlich als vollständige Ringschicht sich löst, bald später ein korkartiges Parenchym in sich erzeugt.

Als eine besondere Abtheilung werden schließlich die Gehölzarten angeführt, die alljährlich eine vollständig neue Rinde entwickeln, und die alte ganz absterben lassen.

Somit werden nicht allein die charakteristischen Merkmale der Rindenentwicklung vieler einzelner Baumarten, sondern auch die allgemein vorkommenden Rindenglieder nach ihren Unterschieden in ein helles Licht gesetzt. Doch ist die Mannigfaltigkeit der Bildung außerordentlich groß. Daher ist es vielleicht dennoch nicht überflüssig, theils den bisher angestellten Untersuchungen noch einige andere hinzuzufügen, theils die Entwicklung der Gewebeformen vom ersten Entstehen an durch alle Perioden hin noch einmal vergleichend zu verfolgen.

Ein junger Lindenzweig, im ersten Sommer seines Wachsthums, zeigt in bequemer Uebersicht die sämmtlichen Rindenglieder in der Anlage, wie sie Mohl gesondert hat. Werfen wir zum Ausgang einen Blick auf einen Querschnitt, der durch dessen Rinde geführt ist. (Taf. I. Fig. 1.)

Es zeigt sich zu äußerst eine einfache Reihe ovaler Zellen, welche die Epidermis bilden (e), darunter folgen in breiterer Schicht sehr dünnwandige Zellen, welche genau in radiale Reihen gestellt sind, so daß ihre Wände in der Richtung zur Are hin fortlaufende Linien darstellen (pd). Einzeln betrachtet sind sie länglich vierseitig und ihrem Längendurchmesser nach in peripherischer Richtung gelagert. Es ist das Gewebe, welches Mohl Periderma genannt hat.

Darauf kommt eine Schicht von Parenchym, dessen dickwan-

Digitized by Google

digere Zellen länglich rund und ebenfalls in der Richtung des Umfangs gestreckt und unregelmäßig gehäuft sind (pr^1). Nach innen zu werden sie weiter, kreisähnlicher, ihre Wände im Verhältniß dünner (pr^2). Sie enthalten Chlorophyll-Körner, besonders die äußeren Reihen (pr^1). Mohl nennt sie die „zellige Hülle." Weiter nach innen bilden dann gedrängte Gruppen enger Zellen mit sehr dicken Wänden und oft fast verschwindender Höhlung eine ziemlich geschlossene Ringlage (lr^1). Das sind die Bündel des Bastes. Es folgen abermals parenchymatische Zellen, die zuerst denen außerhalb des Bastes ähnlich sind (p), nach innen zu jedoch mehr und mehr ihr Ansehen ändern, kleiner, zarter, eckiger, dünnwandiger werden, und schließlich sich in ziemlich genaue radiale Reihen stellen (c), die endlich ohne Unterbrechung in die Reihen der Holzzellen fortsetzen (lm). Jedoch zeigt sich zwischen ihnen noch ein zweiter, jüngerer und schwächerer Ring von Bastbündeln (lr^2). Die ganze Masse des Bastes nebst allem zwischen seinen Gruppen liegenden Parenchym macht nach Mohl die Bastschicht aus.

Wie sie hier die Linde zeigt, so findet man dieselben Lagen auch in andern Bäumen, und zwar in den meisten ganz in derselben Ordnung wieder, und überall sind ihre Formen charakteristisch genug, so daß man bei genauerer Beachtung der Merkmale niemals in Zweifel sein kann, wo die Grenze sei zwischen diesen Geweben. Die feinwandigen, eckigen, reihenweise geordneten Korkzellen sind nicht mit dem rundzelligen Parenchym dahinter zu verwechseln, auch die Epidermis unterscheidet sich durch Zellform und Lage genügend, und selten nur könnte man über die Baströhren bei flüchtiger Beobachtung unsicher sein. Allein es fragt sich, in wie weit durch die erste Entstehung der Rinde aus der anfänglichen Knospe und durch ihr späteres Fortwachsen die aus der einfachen Betrachtung der Formverhältnisse abgeleiteten Unterschiede bestätiget oder verwischt werden.

Digitized by Google

2. Ursprung der Rindenglieder.

Um den ersten Ursprung der Rinde zu erforschen, müssen wir die ganze Pflanze bis in ihre frühste Jugend, bis in das Embryon, rückwärts verfolgen, oder den einzelnen Zweig bis zu seiner Entsprießung aus der Knospe. Versuchen wir das Letzte.

Ein Trieb, der in der Entwicklung begriffen ist, läßt Blatt auf Blatt an seiner Spitze hervortreten. Noch nicht erwachsen, rücken diese allmälig auseinander, und man kann zwischen ihnen die jungen Glieder des Stengels erblicken. Kaum werden diese zwischen den Blättern deutlich, so zeigen sie, wenn auch noch dünn und zart, doch schon Holz und Rinde, und alle Organe in der Anlage, die man später ausgebildet darinnen findet.

Aber der rundliche Gipfel des Triebes selbst, der eigentliche Heerd der Entwicklung, das punctum vegetationis, das höher und höher sich zwischen den jungen Blättern emporhebt, besteht aus gleichmäßigem, ununterschiedlichem Gewebe. Zarte, feinwandige Zellen von rundlicher Gestalt, mit bildungsfähigem Saft erfüllt, in lebhafter Vermehrung begriffen, setzen ihn zusammen.

Durchschneidet man diesen Punkt senkrecht in seiner Are (Fig. 36, pv), so zeigt das Mikroskop, wie abwärts, schon dicht unter der Spitze, die Zellen sich mehr in die Länge ziehen, und jederseits der Mittellinie läuft senkrecht ein lichter Streif herab (Fig. 36, c), der, außerordentlich durchsichtig, aus den feinsten Zellen besteht. Jedoch nimmt man diese Streifen erst deutlich unterhalb des Austritts der jüngsten Blätter wahr, denn nach dem eigentlichen Vegetationspunkt hin verschwimmen sie. Es wird dadurch abwärts von diesem das in ihm nicht unterschiedene Zellgewebe in drei Regionen gesondert, deren eine die Mitte des Zweiges hält (36, 10, m), die anderen die Seiten (pr). Alle Zellen darin erlangen mehr und mehr eine ausgeprägte Gestalt, erweitern sich und werden stärker und fester.

Digitized by Google

Zugleich auch gewinnen, je weiter nach unten, desto deutlicher, die Zellen der äußersten Reihe ein verschiedenes Ansehen, indem sie sich fest aneinanderschließen und ihre Wände verdicken (c).

Wenn man den Trieb der Quere nach in dieser Gegend durchschneidet, so zeigt er in seiner Hauptmasse rundzelliges Gewebe, aber in einem Kreise umher stehen hellere Flecke, die Durchschnitte jener lichten Streifen, die der Längsschnitt erblicken läßt. Ihre feinen sehr gedrängten Zellen setzen sich im Ganzen zwar deutlich gegen die gröberen in der Umgebung ab, dennoch aber gehen sie genau betrachtet nach allen Seiten hin in das Parenchym über. Es sind dies also Stränge von feinen, länglichen Zellen, die vom punctum vegetationis abwärts, in einen Kreis gestellt, den Stengel durchziehen, und die Masse des gleichförmigen Parenchyms in ein inneres, arenständiges und ein peripherisches trennen.

Alles dies Parenchym geht zuerst aus den Zellen jenes gipfelständigen Bildungsgewebes hervor, das an seiner Spitze sich fortwährend vermehrt, und die Zellen seiner Basis, indem es sich darüber hinaus emporhebt, als ausgeprägtes Parenchym gleichsam zurückläßt. Einmal gebildet fahren sie noch eine Zeit fort, sich zu erweitern, hören aber bald auf, sich lebhaft zu vervielfältigen. Doch nun sind es jene feinzelligen Stränge (c), die, fort und fort in sich selbst neue Zellen erzeugend, an ihrem Umfange nach außen und innen das Parenchym vermehren. So ist der erste Unterschied gegeben zwischen dem gebildeten und dem bildenden Zellgewebe. Der Gipfel und die seitlichen Stränge sind das Cambium, der fernere Sitz der Neubildung, aus dem zuerst das Parenchym der Are und der Peripherie, und ferner die übrigen Gewebeformen hervorgehen.

Nicht weit unter dem cambialen Gipfel erscheinen an der Seite der längslaufenden Cambialbündel, die der Mitte des Zweiges zugekehrt ist, einzelne Gefäße, wahre, sogenannte abrollbare Spiralgefäße zunächst (36, 10, v). Ihnen folgen einzelne feine Holzzellen, regellos unter sie gemengt. Schnell vermehrt sich ihre Zahl, auch andere Formen von Gefäßen kommen hinzu, und bald erscheint die

Digitized by Google

ganze Region jedes Cambialſtranges, die nach der Axe des Zweiges gerichtet iſt, in ein wahres Holzbündel verwandelt.

Zugleich mit den erſten Gefäßen, oder um Weniges ſpäter, erzeugt auch die entgegengeſetzte Seite des Cambiums eine vom Parenchym verſchiedene Zellform. Sehr lange, meiſt rundliche Röhren mit Wänden, die ſich ſchon früh verdicken, und zugeſpitzten Enden umgeben, bogenförmig geſtellt, des Cambiumſtranges peripheriſche Seite (10, 1r[1]); es ſind die erſten Baſtröhren.

Betrachten wir den Zweig auf dieſer Entwicklungsſtufe quer durchſchnitten, ſo ſehen wir nun die Cambialſtränge bedeutend verändert. Ihr gewöhnlich eiförmiger Durchſchnitt beſteht aus dreierlei Gebilden. Zu innerſt, in der Spitze deſſelben, liegen Gefäße und Holzzellen vermiſcht, in der Mitte erſcheinen die Zellen des immer ſich wieder erzeugenden Cambiums, mehr und mehr in radiale Reihen geſtellt, außen liegt die halbmondförmige Gruppe der Baſtzellen. Jeder Cambiumſtrang bildet mit dem entſprechenden Holz das innen, und dem Baſt, der außen aus ihm hervorgegangen, gleichſam ein abgeſchloſſenes Syſtem. Alle miteinander ſtehen zwar im Kreiſe umher, ſind aber durch Theile des urſprünglichen Parenchyms von einander getrennt, das innen und außen und überall zwiſchen ihnen den jungen Stengel erfüllt.

Deutlich ſieht man nun, daß das innere Parenchym das Mark, das äußere die Rinde iſt, und daß die Zellengruppen, die beide verbinden, die Markſtrahlen darſtellen, welche freilich jetzt noch viel bedeutender hervortreten, als ſpäter. Beachtet man dieſe genau, ſo ſieht man ferner, wie ein bogenförmiger Zellenſtreifen von einem zum andern Cambiumſtrange hinüberlaufend ſie durchſchneidet, der auch aus cambialen Zellen beſteht, und rings die einzelnen Bündel zu einem geſchloſſenen Kreiſe verknüpft, und zum Theil zur Fortentwicklung der Markſtrahlen ſelbſt beſtimmt iſt.

Dieſe ringförmige Schicht von Bildungsgewebe iſt nun fort und fort thätig, die Maſſe der verſchiedenen Zellen nach der Mitte und dem Umfange hin ſchnell zu vermehren. Das Holzbündel wird durch neue Zellen und Gefäße verſtärkt, und da ſchon vorher die

Digitized by Google

Cambiumzellen selbst durch eine gewisse Regelmäßigkeit der Vervielfältigung sich in Reihen nach dem Radius ordneten, so sieht man auch nun ein Gleiches bei den Bestandtheilen des Holzringes, die aus jenen hervorgehen. Zudem wird jedes Bündel von Holz, je mehr nach außen, desto breiter, denn auch jene Brücken von Cambium, die Bündel mit Bündel verbinden, lassen in der Mitte nur wenige Parenchymzellen entstehen, und nehmen beiderseits an der Vermehrung der Holzzellen der Nachbargefäßbündel Theil. Die Parenchymgruppen dagegen, die Mark und Rinde verbindend die Gefäßbündel trennen, werden, durch dies überwiegende Wachsthum der Holzmassen gedrängt, mehr und mehr auf die geringere Breite zurückgeführt, die man an den Markstrahlen zu sehen gewohnt ist, und ihre Zellen zur Tafelgestalt zusammengedrückt.

Nicht minder arbeitet die fortzeugende Kraft des Cambiums nach außen. Jedoch bringt es, sobald ein Bastbündel vollendet ist, zunächst Parenchyma hervor (1, 29. p.), um späterhin meist beide Formen wechsellagernd auf einander folgen zu lassen. So entfernt sich das Cambium, indem es beiderseits Neubildungen zwischen sich und die ursprünglichen Gewebe schiebt, gleichmäßig von Mitte und Umfang, und bald ist außen eine dickere Rinde und innen um das Mark her ein starker, ringsum fast geschlossener Holzring entstanden, der jene primären Bündel von Gefäßen und Holzzellen an Dicke weit übertrifft. Endlich ragen diese nur an seiner inneren Grenze noch wie längslaufende Leisten in den Markcylinder hinein.

Solcher primären Bündel sind nun in jedem Querschnitt eines Zweiges gerade so viele zu bemerken, als für die Blätter nöthig sind, die oberhalb des Schnittes sich vom Stengel trennen. Ununterbrochen laufen die Stränge aus dem Blattstiel in den Stengel und stellen sich in diesem zu dem gemeinschaftlichen Kreise zusammen, der auf besprochene Weise der Anfang des Holzringes ist. Nie und nirgend sieht man in einem Stengelgliede ein einziges primäres Bündel mehr, noch eins weniger, als die Blätter erfordern. Sie sind die ersten Stützen, die Grundpfeiler des Holzkörpers, und erst indem ihre Cambiumstränge seitlich durch jene bogigen Ueber-

Digitized by Google

brückungen des Parenchyms gleichsam rings zum Kreise zusammengeflossen sind, und in größerer Breite Holzmassen nach innen zu erzeugt haben, kommt der fester geschlossene Ring des secundären Holzes zu Stande [1]).

Diese Vereinigung der Cambialstränge der primären Bündel und ihrer Zwischenbögen ist es, welche Schacht [2]), weil sie von jetzt ab während der ganzen Lebensdauer des Stengels das Stärkerwerden desselben verursacht, sehr treffend den Verdickungsring nennt.

Wir haben die anfängliche Entwicklung des Stammes weit genug verfolgt, um auf den ersten durchgreifenden Unterschied aufmerksam zu werden.

Unmittelbar aus dem gipfelständigen Bildungsgewebe geht eine Masse von Parenchym hervor, durchzogen von dünnen Cambialsträngen, durch die sie in Mark, Rinde und Markstrahlen getheilt wird. Auf der Rinde sondert sich zugleich als unterscheidbare Schicht die Epidermis ab. Alles Uebrige ist Erzeugniß eben dieser seitlichen Cambialstränge, das Holz einerseits und andererseits die innere Masse der Rinde vom ersten Bastringe an. Unterscheiden wir demnach jene als die primären Zusammensetzungsglieder des Stengels von diesen, den secundären. Jene stellen den Jugendzustand des Stengels dar, das Markgewebe, die breiten Markstrahlen und die äußere, von einfacher Oberhautlage bedeckte Rindenschicht, welche Mohl „zellige Hülle“ nennt. Holz, Bast und mit dem Bast wechselndes Parenchym drängen sich später dazwischen, treiben jene auseinander und bilden in unabläßiger Verdickung bald die größte Masse des Stengels. Denn nicht lange, so wird das Mark überflüssig und vertrocknet, und immer neue Bastbündel, die aus dem Verdickungsring sich erzeugen, drängen nach außen, und bilden bald eine so dicke Lage, daß der Querdurchmesser jener ersten Parenchymhülle dagegen verschwindend klein erscheint. End-

---

[1]) Ausführlicher erörtert in meiner Abhandlung: Plantarum vasc. folia, caulis, radix etc., Linnaea 1848. p. 63.

[2]) Schacht, die Pflanzenzelle, Berlin 1852. S. 246.

Digitized by Google

lich auch unterliegt diese bei den meisten Bäumen den zerstörenden äußeren Einflüssen, und wird bei eintretender Borkebildung gänzlich abgeworfen. Somit besteht dann der Stamm, so weit er lebendig ist, nur noch aus den Erzeugnissen der seitlichen Cambialstränge, der secundären Gebilde, wie ihn zuerst die Produkte des Terminalcambiums allein ausmachten.

Lassen wir nun den Holzkörper, auf den diese Untersuchungen sich ferner nicht erstrecken sollen, und wenden uns der Rinde allein zu, so ist bisher erörtert, daß sie aus den primären Theilen, äußerem Parenchym und Epidermis, und den secundären, den Bastbündeln, und dem, was dazwischen ist, besteht. Sehen wir ferner, wie die Entwicklung dieser Schichten im Einzelnen fortschreitet.

3. Epidermis und Periderma.

Durch Gestaltveränderung hat, wie oben bemerkt ist, schon früh die äußerste Zellenreihe der jungen Rinde einen von den folgenden verschiedenen Charakter angenommen, und sich als Epidermis dargestellt. (In allen Fig. e.) Zuerst noch rundlich und strotzend voll Saft, strecken sich durch fortschreitende Ausdehnung des Stengels diese Zellen in peripherischer Richtung, werden eckig, auf Quer- und Längsschnitt oblong anzusehen, und bedecken sich außen mit einer Cuticula. Der Saft, der sie erfüllt, ist bald farblos, bald verschieden roth oder bräunlich gefärbt, niemals aber haben sie Theil an dem festen Inhalt des übrigen Parenchyms, an Blattgrün oder Stärkemehl. Je älter der Stengeltheil, desto mehr sieht man sie ausgedehnt, doch möchte eine Vervielfältigung durch Erzeugung neuer Zellen in ihnen bei den meisten Gehölzen kaum noch vorkommen, sobald sie ihre eigenthümliche Gestalt erlangt haben[1]).

Da nun ihr Wachsthum selbst begrenzt ist, so erhellt, daß auch ihre Dauer eine beschränkte sein muß. Dem wachsenden Sten-

[1]) Nach Schacht vermehren sie sich bei Viscum, Euphorbia Ilex.

Digitized by Google

gel wird die erste Hülle zu eng, und in der That erreicht die Epidermis unserer Hölzer zuweilen wol noch die zweite, selten aber eine noch fernere Vegetationsperiode der Pflanze.

Es ist daher schon bei Zeiten ein Ersatz dieser primären Hülle in Gestalt der Korkhülle erschienen (in allen Fig. pd.). Niemals geht diese aus dem Terminalcambium hervor, stets ist sie secundären Ursprungs, und wird bei unseren Holzgewächsen meist schon im Lauf des ersten oder spätestens im Anfang des zweiten Sommers erzeugt.

Ihr Anfang besteht allermeist aus mehreren Reihen jener oben geschilderten Tafelzellen, die, äußerst fein zuerst, plötzlich, und zwar sehr gewöhnlich zwischen der Epidermis und den ihr benachbarten Parenchymzellen, sichtbar werden. Oft sind sie außerordentlich eng und flach, doch in anderen Fällen auch von weiter, würfelförmiger Gestalt. Meist vermehrt sich die Zahl der Reihen in Eile, und die äußeren Zellen nehmen an Größe etwas zu.

Die erste Entstehung dieser Zellen entzieht sich durch die Schnelligkeit der Entwicklung der Beobachtung leicht. Schleiden[1]) hat bei den Cacteen gesehen, daß dieselben in den Epidermzellen selbst, deren Querwände resorbirt werden, ihren Ursprung nehmen. In den Hölzern, auf welche sich meine Beobachtungen erstrecken, findet dies der Regel nach nicht statt. Fast bei allen ist die Epidermis noch vollständig vorhanden, wenn von den Korkreihen schon eine oder zwei oder noch mehrere fertig gebildet sind, und stets alterniren alsdann die Oberhautzellen in ihrer Stellung mit denen des Korkes. (Fig. 1, 2, 23. e und pd.) Es ist vielmehr die äußerste Reihe der Parenchymzellen selbst der erste Bildungsherd dieses Gewebes[2]).

Besonders grundlos aber ist die Ansicht, die hin und wieder geltend gemacht ist, daß die Zellen des äußeren Rindenparenchyms selbst durch Gestaltveränderung zu Korkzellen werden. Denn auch abgesehen von dem großen Unterschied, der an Stoff und Inhalt

---

[1]) Schleiden, Grundzüge der Botanik. — Beiträge zur Anatomie der Cacteen, Seite 18, 19.

[2]) Vergl. Schacht, die Pflanzenzelle, Seite 237 u. f. w.

Digitized by Google

den Kork von dem dahinterliegenden Parenchym trennt, genügt ein einziger Blick auf einen Querſchnitt durch dieſe Zellenlagen, um mit völliger Klarheit zu überzeugen, daß die rundlichen, regellos gehäuften, dickwandigen Parenchymzellen der primären Rinde nie und nimmermehr ſich in die oft ſo ſchmalen und dünnwandigen, ſorgfältig in Reihen geordneten Korkzellen verwandeln können. Hin und wieder könnte die Aehnlichkeit dem oberflächlichen Blicke trügeriſch ſein, allein dem gegenüber tritt der Unterſchied der Gewebe in den meiſten Fällen grell genug als gewichtiger Gegenbeweis hervor, der ſtofflichen Verſchiedenheit, die ſchon von Mitſcherlich und Schacht ausführlich dargethan iſt, nicht zu gedenken.

Immerhin iſt es merkwürdig, daß, nachdem in dem primären Parenchym die Fähigkeit der Neubildung faſt ganz erloſchen zu ſein ſcheint, oder wenigſtens nur noch hin und wieder neue Zellen erzeugt werden, und zwar nur von ähnlicher Geſtalt, dieſe nun plötzlich in einer einzelnen Lage von Neuem zu ſo energiſcher Produktion erwacht, und dazu eine durchaus verſchiedene Gewebeart hervorbringt. Doch iſt freilich dieſe Erſcheinung bei der ſpäter eintretenden Borkebildung noch viel auffallender.

Während alſo ſonſt eine maſſenhafte Neubildung nur vom Cambium aus dem Verdickungsring und ſeinen Gefäßbündeln hervorgehen kann, macht das Periderm eine Ausnahme und bildet ſich hier auf eigene Hand.

Doch treten nicht fernere Parenchymreihen zur Peridermerzeugung herzu, ſondern die neu entſtandenen Korkzellen ſelbſt vervielfältigen ſich, und zwar ſind es wiederum ſtets die innerſten, d. h. die der Are des Stengels nächſten, welche junge Zellen in ſich hervorbringen, von denen dann immerfort wieder die äußeren nach außen drängen, die inneren die Vervielfältigung wiederholen. So benehmen ſie ſich gleichſam wie ein beſonderes peridermatiſches Cambium, das unabhängig von dem eigentlichen Verdickungsring Jahre lang, oft ſo lange wie jener (Buche), ſeine Thätigkeit fortſetzt, doch ſowohl nur nach einer Seite ſeine Neubildungen erzeugt, als auch nur von einerlei Art.

Digitized by Google

Dies zeigt sowohl die unmittelbare Beobachtung, als auch wird es dadurch bestätigt, daß die primäre Rindenparenchym-Schicht sich nicht verändert, wie auch die Korkschicht zunehme, ja daß diese oftmals jene zuletzt an Dicke um Vieles übertrifft.

Die äußeren Korkzellen sind fester, meist gefärbt, die inneren zarter und farblos, und bald liegen diese äußerst fein und dicht gedrängt aneinander, bald scheint wieder die innerste Zelle jeder radialen Reihe die weiteste zu sein, ist aber dann durch zarte Linien getheilt, die der Peripherie des Stengels parallel laufen und die Wände junger Tochterzellen sind. (Fig. 4, 5, 7, 8, 9, 23. pd.)

So verschieden auch an Gestalt die Korkzellen auftreten und wie sie in der Folge einander abwechseln, stets ist ihre Entstehungsweise (in den beobachteten Pflanzen) dieselbe. Mit zunehmendem Alter nach außen fortrückend, von den nachkommenden jüngeren gedrängt, in peripherischer Richtung gereckt und endlich oft von außen gedrückt, erleiden sie mancherlei Gestaltveränderung, werden vieleckig und ihre Wände hin und her gebogen oder ganz zerknittert. (Fig. 6, 7, 8, 9, 18. pd.) Doch immer behaupten sie die radiale Ordnung, indem aus einer ursprünglichen Mutterzelle eine ganze Reihe durch immer in gleicher Weise wiederholte Theilung hervorgeht.

Nachdem so aus den Korkzellen das Periderma gebildet ist, kann der junge Stengel der Epidermis entbehren. Früher oder später zerreißt sie, und löst sich meist in verschieden großen Fetzen, die oft noch Jahre lang auf der Oberfläche der Rinde hängen bleiben, ohne daß vorher die einzelnen Zellen der Verwitterung verfallen wären, vor der sie die Cuticula geschützt hat.

Der Kork übernimmt nun den Schutz des Stengels nach außen. Aber kaum der Luft preisgegeben, vertrocknen seine äußeren Lagen, verschrumpfen, zerspringen, vergehen. Allein wie die Zerstörung außen, so schreitet in seiner innersten Schicht die Neubildung fort, und überholt jene noch, so daß, obgleich unablässig die äußersten Zellen absterben, da sie meist keine besonders starken Wände noch auch eine Cuticula haben, doch die gesammte Schicht immerfort an Dicke zunimmt.

Digitized by Google

Die Epidermis schützt, nur eine Zellenreihe stark, den Stengel ein Jahr und oft länger durch die Festigkeit und Dauer ihrer Zellen. Der Kork ersetzt, was ihm an Dauerhaftigkeit gebricht, durch verschwenderische Erzeugung.

Zugleich vermehrt sich, während stets die kaum gebildete Schicht schon wieder der Zerstörung preisgegeben wird, unmerklich die Zahl der Korkzellenreihen in peripherischer Richtung, so daß die einzelnen Zellen im alten Stamm kaum größer sind als im jungen Stengel.

Daraus erhellt zwischen diesen beiden Gewebeformen, der Epidermis und dem Periderma, deren gemeinsamer Zweck es offenbar ist, die Pflanzenkörper zu umhüllen, ein eigenthümlicher Gegensatz in ihrem Entwicklungsgesetz.

Wenn aber auch überall, wo die Epidermis selbst sich weiter zu erhalten nicht mehr fähig ist, die Bildung von Kork erfolgt, so tritt dieser doch nicht immer dicht unter jener zuerst auf.

Vielmehr ist ein zweiter Fall sehr häufig, daß sich die erste Peridermaschicht unter dem primären Parenchym, ja oft erst unter dem ersten Bastbündelringe entwickelt, so daß dann mit der Epidermis zugleich die genannten Schichten dem Absterben preisgegeben werden. Doch gehört die nähere Erörterung dieser Erscheinung zur Besprechung der Borkenerzeugung.

Bald nur wenige Jahre, bald längere Zeiträume hindurch, oft, bis die Bäume zu bedeutender Größe herangewachsen sind, wächst die Korkschicht fort und fort, und bildet allein den äußeren Schutz des Stammes. Bei einigen Bäumen sogar bleibt dies ursprüngliche Periderm lebendig und thätig, so lange der Baum selbst vegetirt. Die meisten aber bekommen endlich eine andere Umhüllung. Die Oberfläche springt auf, zerreißt zu unregelmäßig schuppigen Massen, und zeigt oft tief hineingehende Furchen. Das ist ein Zeichen, daß auch das ursprüngliche Periderma in seiner gleichmäßigen Fortbildung gestört ist. Eine Art von Panzer ist in Gestalt der eigentlichen Borke entwickelt, von dessen Natur unten ausführlicher die Rede sein soll.

So lange aber der Kork allein den Baum umhüllt, schreitet

Digitized by Google

sein Wachsthum, seine Neubildung innen und seine Zerstörung außen ununterbrochen fort.

Nach der Verschiedenheit der Gestalt jedoch, die seine Zellen haben können, gewährt er der Oberfläche der Rinde ein unterschiedliches Ansehen. Bei einigen Bäumen erzeugen sich lauter weite, würflige oder polyedrische Zellen. Bald bilden diese eine massenhafte Schicht, reißen außen zu unregelmäßigen Haufen auseinander, und verwittern entweder sehr bald, so daß die Oberfläche ein staubig rauhes Ansehen bekommt, oder bleiben, wenn sie zäherer Natur sind, in großer Mächtigkeit auf der Oberfläche haften. Im letzten Fall bilden sie den eigentlichen ausgeprägten Kork, wie ihn die sogenannten Korkbäume liefern, und wie er technisch verwendet wird. Zuweilen reißen diese Massen, indem der Stamm an Dicke zunimmt, in regelmäßigen Längsfurchen auf, zwischen denen herablaufende Korkflügel, wie bei Acer campestre, am Stengel stehen bleiben, öfter jedoch werden sie unregelmäßig zersprengt.

Allermeist aber besteht die Korkschicht nur aus flachen Tafelzellen, die oft sehr zahlreich, dennoch nur eine verhältnißmäßig dünne Lage auf der Rinde bilden, und ihre Oberfläche, wie z. B. bei Fagus sylvatica, ganz glatt erhalten. Solches ist dann die charakteristische Bildung des Periderms im engeren Sinne. (Mohl.)

Es ist jedoch ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Formen nicht, so daß beide auf diese Benennung gleiche Ansprüche haben. Oft ja bilden, wie in der Birke, weite und enge Korkzellen wechselnde Lagen, durch welche, ob sie gleich an Färbung und zuweilen an Inhalt von einander abweichen, dennoch die radiale Reihenstellung der Zellen ununterbrochen fortläuft. Es folgt diese Anordnung aus der regelmäßigen und einfach sich wiederholenden Erzeugung der Korkzellen selbst, und sie ist als ein gutes Kennzeichen des Korkgewebes, wo dasselbe sich auch in der Pflanze finde, wohl zu beachten.

Digitized by Google

4. Primäres Rindenparenchym.

Das primäre Parenchym, das aus dem Vegetationspunkt selbst erzeugt die ursprüngliche Rinde allein ausmacht, nimmt, einmal ausgebildet, in der Dicke nicht mehr zu. Durchschneidet man es quer in verschiedenen Zweigen und Stämmen, so findet man zwischen der ganz alten und der jungen, kaum entwickelten Schicht, wenn man ihre Zellen in der Richtung des Radius zählt, keinen merklichen und bestimmten Unterschied. (In allen Fig. pr.)

Man muß sich freilich nicht durch die Erzeugnisse des Cambialringes täuschen lassen, denn obgleich dieser meist zuerst einen Kreis von Bastbündeln hervorbringt, so findet es sich doch auch, daß seine ersten Produkte Parenchymzellen sind, die den primären ähnlich sehen. Doch wird ihre erste Entwicklung hier dennoch den Unterschied stets zeigen, so daß eine Verwechselung vermieden werden kann. Es muß überhaupt der Ursprung der Zellenlagen bei allen den Pflanzen um so sorgfältiger beachtet werden, die in den äußeren Schichten keinen Bast erzeugen. Dies findet z. B. recht auffallend bei Viburnum Lantana (Fig. 4, 5.) und bei den Ribes-Arten (Fig. 15, 16, 17.) statt.

Wenn aber auch in radialer Richtung eine Vermehrung der ursprünglichen Zellenreihen nicht beobachtet wird, so ist doch eine solche in der Richtung der Peripherie unzweifelhaft. Zuerst ist es die Streckung der einzelnen Zellen, die beim Anwachsen des Stengels in die Dicke den Umkreis der primären Rinde erweitert. Jedoch erreicht dieselbe bald ihre Grenze. Denn auch im ältesten Stamme, dessen Umfang den des jährigen Triebes viele Mal übertrifft, finden sich die Zellen dieser Schicht kaum länger oder höchstens noch einmal so lang, als in der jungen primären Rinde. Es muß also eine sehr bedeutende Vermehrung ihrer Zahl in peripherischer Richtung erfolgen.

Dieselbe scheint nun in dieser Zellenmasse stets dadurch statt-

Digitized by Google

zufinden, daß fortdauernd, zerstreut im Parenchym, bald diese bald jene Zelle zwei neue in sich erzeugt, die stets ungefähr in der Richtung des Stengelumfanges neben einander liegen. Häufig sieht man so zwei schon fertige Zellen, deren Gestalten zusammen noch den Umriß einer größeren darstellen.

Massenhaft, an einzelnen Stellen, die vorzugsweise von cambialer Natur wären, findet hier eine Neubildung nicht statt. Stets auch sind die Tochterzellen den alten ähnlich, und nirgends scheinen, mit alleiniger Ausnahme der Zellenreihen, welche in sich das Korkgewebe hervorbringen, die Zellen des primären Parenchyms im Stande zu sein, noch eine fremde Gewebeform zu erzeugen.

Es wird somit diese ursprüngliche Zellenhülle des Zweiges von den ferner nachwachsenden Lagen der Bastschicht immer mehr nach außen gedrängt, indem sie ihre erste Dicke behält, und nur im Umfang zunimmt, bei einigen Hölzern während ihres ganzen Lebens, wie bei der Rothbuche, bei den meisten jedoch nur eine Reihe von Jahren, bis die Borkbildung beginnt.

Eigenthümlich ist ein Unterschied zwischen den äußeren und inneren Zellenreihen dieses Gewebes, der sich fast überall findet, und meist sehr in die Augen fällt. Es sind nämlich jene äußeren Zellen meist flacher, dickwandiger, derber, in der Arenrichtung länger, und bilden vorzugsweise den Sitz des Blattgrüns, während die inneren viel weitere Räume, dünnere und zartere Wände haben, und, besonders zu gewissen Jahreszeiten, viel Stärkemehl enthalten. Schon beim ersten Entstehen zeigt sich dieser Unterschied, und läßt sich bis zuletzt verfolgen. Beide Formen gehen bald allmälig in einander über, bald sind sie deutlicher durch eine stetige Grenze getrennt.

In manchen Pflanzen tritt ein Gegensatz so grell hervor, daß man zwei vollständig verschiedene Gewebeformen zu erblicken meint. Es werden nämlich die äußeren Zellen sehr langröhrig, bekommen sehr dicke Wände, deren Grenzen oft nicht sehr in die Augen fallen, so daß es fast scheint, als wären die kleinen Zellenhöhlungen nur Röhren in einer gleichmäßigen knorpel- oder gallertartigen Masse. So z. B. in Viburnum Lantana und Ribes (Fig. 4, 5, 15, 16).

Digitized by Google

Seltener bilden solche Zellen aber eine vollständige Ringschicht. Sie sind vielmehr meist in einzelne Bündel vertheilt, die gewöhnlich auf der Oberfläche der Rinde längslaufende Kanten veranlassen. Auch pflegt dies Gewebe häufig kein Chlorophyll zu enthalten, so daß es schon bei oberflächlichem Anblick durch die verschiedene Färbung auffällt.

Uebrigens ist auch diese so abweichende Zellform nicht immer dem übrigen Parenchym schroff entgegengesetzt, sondern geht oft allmälig in dasselbe über[1]).

Wie die Zellen der primären Schicht gewöhnlich, so sind besonders diese immer in senkrechte Reihen gestellt, während der Querschnitt keinerlei Ordnung zeigt.

5. Secundäre Rinde.

Die Bündel des Bastes und alles, was nach ihnen oder mit ihnen zugleich aus dem Längs-Cambium der Gefäßbündel und des übrigen Verdickungsringes hervorgeht, bilden die secundäre, innere Rinde, auch die Bastschicht genannt, die bestimmt ist, jenes äußere Parenchym erst zu verstärken, und schließlich in jeder Hinsicht zu vertreten und zu ersetzen.

Die ersten Bastzellen selbst kann man im Allgemeinen als gute Grenzzeichen der secundären Rinde betrachten, da sie nie aus dem Gipfelcambium direct hervorzugehen scheinen. Auf die ersten Bündel folgen bei den meisten unserer Gehölze bald neue, die von innen her nachdrängend die anderen nach außen schieben. Diese stimmen mit jenen bald in Form und Zellbildung überein, bald weichen sie ab.

Nichts ist überhaupt so mannigfach in der Rinde, als die Gestalt, die Zahl und Folge der Bastbündel. Man kann jene ersten,

[1]) Vergl. Schleiden, Grundzüge u. s. w., der dies Gewebe Collenchym nennt, und ebenso Schacht, die Pflanzenzelle, St. 166.

Digitized by Google

besonders weil sie eben nicht selten von eigenthümlichem Ansehen sind, als die primären bezeichnen und von den ferneren, den secundären unterscheiden, obwohl diese Benennung mit der gleichklingenden des Parenchyms nicht völlig denselben Sinn haben würde.

Wo sich Bastzellen in größerer Menge und in stetiger Folge entwickeln, wie etwa in der Linde (Fig. 3), erscheinen sie meist in einer gewissen und regelmäßigen Ordnung.

Das erste Bündel entspricht, wie oben gesagt ist, stets genau dem ersten Holzbündel, dem gegenüber es aus der äußeren Seite des Cambialstranges hervorging. Nachdem es fertig war, erzeugte sich eine schmale Lage Parenchym, dann wieder Bast, und so fort.

Während die ersten Bastbündel nach außen rücken, wächst der Stamm überall in die Dicke, und auch der Umfang des Cambiumringes ist größer geworden, bevor noch ein zweiter Bastbündelkreis entstehen konnte. Es müssen also diese Bündel, sollen sie, wie die ersten, den ganzen Raum zwischen je zwei Markstrahlen ausfüllen, jene an Breite übertreffen. Dies thun sie nun oft, öfter aber spalten sie sich, und lassen schmale Räume zwischen sich, die mit Parenchym erfüllt werden, und dann den secundären Markstrahlen entsprechen, welche durch ähnliche Theilung der jüngeren Holzlagen, die außerhalb auf die primären Bündel folgen, in immer größerer Zahl zwischen den früheren entspringen.

Dasselbe wiederholt sich mit jeder neuen Ringlage des Bastes. Immer breiter werden seine Bündelgruppen zwischen den ursprünglichen Hauptmarkstrahlen, und immer mehr Parenchymstrahlen zweiten Ranges erscheinen, während die schon erschienenen sich fortdauernd verlängern. Endlich bilden sich auf diese Weise große prismatisch dreiseitige Massen, die in radialer und peripherischer Richtung von parenchymatischen Zellenlagen gitterartig durchzogen und in Felder getheilt werden, deren äußerstes sich auf dem Querschnitt als das primäre Bündel zeigt, das gewöhnlich von allen das größeste ist.

Die Bastbündel können, nachdem sie fertig entwickelt sind, ihre Zellen nicht mehr vermehren oder vergrößern. Einmal erzeugt, verändern sich diese weder an Gestalt noch Zahl, noch auch erweitern

Digitized by Google

ſie ſich, um einen größeren Raum zu erfüllen, als ſie ihn zuerſt einnahmen. Da aber der Geſammtumfang der ſecundären Rinde zugleich mit dem ganzen Stengeltheil fortwährend wächſt, ſo bleibt es dem Parenchym allein überlaſſen, den Raum zwiſchen den auseinanderweichenden Baſtmaſſen auszufüllen. Sie thun dies aber ſonderbarer Weiſe keineswegs gleichmäßig.

Bei den Bäumen, deren Baſtentwicklung eben geſchildert iſt, vervielfältigen die Hauptmarkſtrahlen, d. h. diejenigen, die ſchon die primären Baſtbündel von einander geſondert haben, ihre Zellen ſtark in peripheriſcher Richtung, ſo daß dieſe, in immer längeren Reihen von einer zur anderen Baſtgruppe hinüberlaufend, eine breite Maſſe ausmachen, die mit fortſchreitendem Alter zunimmt. Dagegen iſt oft in den ſecundären Strahlen das Parenchym gar keiner Vermehrung mehr fähig, und ſeine Zellen, die in dieſen ſchmalen zwiſchen den Baſtbündeln verlaufenden Spalten oft reihenweiſe geordnet ſind, behalten dieſe Stellung ſtets bei.

Wir ſehen hier wieder ein Beiſpiel, wie von Zellen gleicher Gattung und gleichen Urſprungs auf die auffallendſte Weiſe nach einer beſtimmten Regel die einen in ihrer Fortentwicklung gewiſſe Fähigkeiten bewahren und ausbilden, die in den anderen bald theilweiſe bald gänzlich erlöſchen.

Der Querſchnitt einer ſolchen Rinde zeigt daher zwiſchen den dreiſeitigen Durchſchnitten der Baſtmaſſen, deren Spitzen nach außen zeigen, andere Dreiecke, die umgekehrt die ihrigen nach innen richten, im Cambium des Markſtrahls endigen, und ganz aus Parenchyma beſtehen. Daher iſt ſchon dem bloßen Auge in der inneren Rinde eine Zickzacklinie ſichtbar, die verſchiedenfarbige Felder von einander trennt.

Aber nicht immer werden ſo verſchwenderiſche Baſtmaſſen entwickelt. Bei manchen Gehölzen kommen nach dem primären Kreiſe nur noch ſpärliche Bündel zum Vorſchein, wie beim Ahorn. Bei anderen, z. B. der Platane und der Rothbuche, iſt es nach Erzeugung von jenen mit der Baſtbildung ganz zu Ende, und ſchon früher iſt geſagt worden, daß noch andere überhaupt niemals Baſt,

Digitized by Google

ſondern nur Parenchym in ihrer Rinde hervorbringen, wie Ribes, Viburnum Lantana u. ſ. w.

Bleibt es bei wenigen Baſtbündeln, und entfernen ſich dieſe nun bei zunehmender Stammesdicke immer mehr von einander, ſo hält es zuletzt ſchwer, ſie unter der Maſſe der Parenchymzellen, die faſt allein die Rinde ausmachen, noch aufzufinden, ſo daß man leicht meint, ſie ſeien gar nicht vorhanden.

Die Erſtlingsbündel des Baſtes ſind, wie ſchon angedeutet, öfter nicht allein an Größe und Geſtalt, ſondern auch durch die Beſchaffenheit der einzelnen Zellen ſelbſt vor den ſpäteren ausgezeichnet. So beim Weinſtock (Fig. 29, 30, 31, 1r') und vor Allem in Caprifolium (Fig. 10, 11, 12, 1r'). Oftmals ſind ihre Zellen viel weiter, kürzer, und weniger dickwandig, als man es zu ſehen gewohnt iſt, ſo daß man in Verſuchung kommt, ſie mit anderen Gewebeformen, wie etwa mit jenem langſtreckigen primären Parenchym (Collenchym Schleiden), zu verwechſeln. Jedoch läßt ſich der Zweifel ſchon durch Betrachtung ihrer erſten Entwicklung löſen. Weiter unten wird Einzelnes darüber bei den einzelnen Gehölzen angeführt werden.

Bemerkenswerth iſt, daß die Zahl der erſcheinenden Baſtbündelkreiſe für gewöhnlich in keinem beſtimmten Verhältniß zur Zeit, in der ſie gebildet werden, ſteht. Schon das gänzliche Aufhören der Baſterzeugung in gewiſſen Hölzern widerſpricht der Annahme einer regelmäßigen Periodicität in ihrem Nachwachſen, ſo wie ſie überall in der Holzbildung ſtattfindet. Aber auch, wo fortdauernd Baſt entwickelt wird, ſind Jahresringe, wie ſie der Holzkörper zeigt, nicht zu erkennen. Die Zahl der in einem Jahr erſcheinenden Bündellagen iſt nicht allein in einer Pflanzenart, ſondern ſogar in einer einzigen Pflanze durchaus verſchieden. Ja in demſelben Zweige werden oft auf einer Seite mehr Bündelreihen gezählt, als auf der anderen. Ebenſowenig läßt, wo die Bildung eigentlicher Baſtzellen aufhört, das ſecundäre Parenchym gewiſſe Kreisſchichten unterſcheiden.

Außer den Baſtzellen und beſonders da, wo die Erzeugung derſelben mit zunehmendem Alter aufhört, tritt gern eine eigenthüm-

Digitized by Google

liche Gewebeform auf, die sich aus dem gewöhnlichen Rinden-Parenchym entwickelt. Gewisse Gruppen von Zellen verdicken nämlich ihre Wände so stark, daß sie zuletzt nur eine sehr geringe Höhlung übrig behalten. Von dieser aus gehen dann nach allen Seiten zahlreiche Porenkanäle durch die krystallhellen, knorpelig harten Verdickungsschichten der Wand, und verleihen der Zelle ein absonderliches, sternförmiges Ansehen (Fig. 26, 27).

Schon im ersten Jahre erscheinen bei Betula, Fagus, Carpinus, Quercus solche Zellgruppen von verschiedener Größe zunächst zwischen den Bündeln des ersten Bastkreises, gleichsam mit diesen abwechselnd. Bald vermehren sie sich bedeutend, und bilden dann oft zwischen und in Gemeinschaft mit den Bastbündeln, die weit auseinander treten, einen ziemlich geschlossenen Kreis. Auch im primären Parenchym entwickeln sie sich dann und überall im Zwischenbastgewebe in großer Menge.

Bei der Rothbuche, dem Ahorn und anderen Bäumen nimmt zuletzt fast das ganze Parenchym diese Gestalt an, selbst die Markstrahlen nicht ausgenommen, und in diesen schreitet sogar die Verknorpelung der Zellen weit nach innen vor, und drängt sich gleichsam zwischen die Holzbündel ein. Löst man dann die Rinde, so sieht man auf ihrer inneren Fläche diese verhärteten Zellmassen, aus dem Holze hervorgerissen, wie kleine Längskämme die Stellen der Markstrahlen bezeichnen.

Bei der Platane bestehen zuletzt die ganzen Markstrahlen in der alten secundären Rinde aus regelmäßig wechselnden Gruppen solcher Knorpelzellen und gewöhnlichen Parenchyms. Jene sind hier auffallend in der Richtung des Radius gestreckt (Fig. 24, 26).

Sonst erinnern die Gruppen dieser Knorpelzellen durch ihr Erscheinen, ihre Stellung und Vertheilung überall an die Bastbündel, und weil sie um so häufiger auftreten, je weniger jene sich entwickeln, und zugleich der Rinde eine ähnliche Festigkeit verleihen, wie sie durch den Bast erhalten würde, so scheinen sie gewissermaßen ein Ersatz für denselben zu sein.

Im Allgemeinen stimmen die Zellen des secundären Parenchyms

Digitized by Google

in ihrer Lebensthätigkeit und in Bezug auf den ganzen organischen Haushalt der Pflanze mit denen der primären Rinde völlig überein. Beide dienen gleichen Zwecken, unter denen wol die Verarbeitung des bildungsfähigen Pflanzensafts, seine verschiedenfache organo-chemische Gestaltung und die Aufbewahrung der daraus gewonnenen Erzeugnisse bis zu fernerer Umwandlung als die ersten zu nennen sein werden.

Diese Gewebe sind der Sitz des Chlorophylls im Stengel, das, wie schon oben bemerkt, sich zumeist in der äußeren Lage des primären Parenchyms, außerdem aber hie und dort in gewissen Zellenreihen der tieferen Schichten angehäuft findet.

Unter den übrigen Stoffen nimmt das Stärkemehl den ersten Platz ein. Es wird am Schluß jeder Vegetationsperiode in außerordentlicher Menge im Parenchym der ausdauernden Pflanzentheile gebildet, um beim Wiedererwachen des Pflanzenlebens als Material für die Bildung und Entwicklung von Zweigen, Blättern und Blüthen zu dienen, bevor die jungen Blätter selbst so weit herangewachsen sind, daß sie zur Säftebereitung das Ihrige beitragen können.

Es ist daher das Stärkmehl hauptsächlich zu der Jahreszeit zu finden, in der die Pflanze äußerlich ruht.

Vor dem Austrieb der Knospen im Frühjahr erfüllt es in allen Gehölzen massenhaft das Parenchym der Rinde, und zwar der primären sowohl als der secundären, bei jener jedoch besonders die innere Lage. Außerdem bergen es die Markstrahlen bis zum Marke hin, die Markscheide, selbst das Mark, so weit es lebendig ist, wie z. B. in der Weißbuche und der Birke. Oft freilich ist das Mark nach dem ersten Jahre schon abgestorben und leer.

Auch in den Holzzellen findet sich bisweilen in dieser Zeit Stärkemehl, z. B. in Carpinus, Fagus, Quercus, Acer, Vitis, gleichsam als ob das Parenchym nicht genug hätte fassen können, und der Weinstock hatte sogar einiges in den Bastzellen abgelagert, was sonst in keiner anderen Pflanze zu bemerken war.

Besonders in der Gegend des Stengels, auf welcher eine

Digitized by Google

Knospe ruht, die sich entwickeln soll, ist das Parenchym mit Amylumkörnern erfüllt, und in diesem Falle besonders das Mark.

Mit dem Austrieb der Knospen wird dann das Stärkemehl aufgelöst und verwandelt, und bald nach längerer bald nach geringerer Zeit, sobald mehr oder weniger Blätter, je nach der Pflanzenart, zur Ausbildung gelangt sind, finden sich keine Mehlkörnchen mehr in den genannten Theilen. Sie scheinen dabei im Allgemeinen aus den Rindengeweben eher zu verschwinden, als aus denen des Holzkörpers.

Hat man einen Zweig vom Baume getrennt, und in Wasser gesetzt, so treibt er gewöhnlich seine Knospen aus, doch pflegt sein Wachsthum stille zu stehen, sobald man in seinem Parenchym keine Stärkekügelchen mehr sieht.

Bemerkenswerth ist, daß man nach Entfaltung der Zweigknospen nun im Triebe selbst, der in der Entwicklung begriffen ist, nicht blos bildungsfähigen Saft, sondern auch Mehlkörnchen wahrnimmt. Diese haben sich also, nachdem kaum das Amylum der Knospenunterlage sich umgebildet hatte, gleichsam in rückschreitender Stoffwandlung aus dem Safte abermals niedergeschlagen.

Man erblickt dies neue Stärkemehl in solchen jungen Trieben sehr häufig in der innersten Lage des primären Parenchyms, welche hart an der äußeren Grenze des Cambialringes wie eine cylindrische Scheide von 1—3 Zellen Mächtigkeit denselben umgiebt. Die Stärkekügelchen sind sehr klein, und liegen vorzüglich den Zellwänden an, die dem Cambium zugekehrt sind. Vielleicht wird ein Ueberschuß von Nahrungsstoff aus dem Bildungssaft, der, aus dem jährigen Zweige kommend, im Cambialring des jungen Triebes aufsteigt, vorläufig hier wieder abgesetzt.

Bisweilen geschieht dies nicht in einer zusammenhängenden Schicht, sondern in einzelnen scheitelrecht laufenden Parenchym-Zellenreihen, die in bogenförmiger Stellung genau auf der äußeren Grenze des Bastbündels, das sich eben aus dem Cambialstrange bildet, vertheilt sind. So ist es im Weinstock (Fig. 29, 30, a),

Digitized by Google

gleich finden sich hier entsprechende Reihen von stärkeführ-
n Zellen auf der ganz entgegengesetzten, der Are zugewendeten
ite des Cambialstrang-Systemes, nämlich in der Markscheide.

Diese Ablagerung von Stärke findet schon statt, bevor noch die ersten jungen Zellen von Holz und Bast an beiden Seiten des Stranges von den Cambiumzellen selbst zu unterscheiden sind. Diese letzten aber enthalten niemals Amylum.

Man sieht aus diesem Verhältniß, wie schon im ganz jungen, kaum der Knospe entsprossenen Trieb die Zellen verschiedenen Thätigkeiten sich zuwenden. Aber andrerseits sieht man auch, wie wol nicht zu jeder Zeit dieselben Gewebformen denselben Inhalt führen, noch auch die Strömungen und Bewegungen dieses Inhalts sich immer gleich bleiben.

Denn jetzt, im Beginn der Vegetationsperiode, bei der Bildung der neuen Ernährungsorgane, bewegt sich nothwendig der flüssig gewordene bildungsfähige Nährstoff aus der Unterlage des sich entfaltenden Triebes, dem jährigen oder älteren Zweige, wo er den Winter über aufgespeichert gewesen ist, vorzugsweise in aufsteigender Richtung den Neubildungen zu, während er nachher großentheils abwärts fließen muß.

Und so nehmen Holz, Cambium, Bast, die im jugendlichen Cambialstrange noch eine untheilbare Einheit ausmachen, in diesem offenbar gemeinschaftlich an der Leitung des Bildungssaftes Theil, da doch wenigstens das junge Holz späterhin mehr dem Aufwärtsführen des dünneren, weniger verarbeiteten und weniger bildungsfähigen Saftes zu dienen scheint.

Ein Unterschied der Thätigkeiten ist also da, aber eine streng durchgreifende Abgrenzung derselben nach Zeit und Zellform findet wol nicht statt.

Digitized by Google

6. Borkbildung.

Schon oben ist gesagt worden, daß nur bei wenigen Bäumen ein glattes Periderma während des ganzen Lebens die äußere Decke bildet, und daß bei wenigen anderen sich größere Massen weitzelligen Korkes auf der Außenseite der Rinde anhäufen, daß dagegen die meisten Gehölze sich im Alter mit einer rissigen und oft schuppigen Kruste bekleiden, die **Borke** genannt wird.

Diese eigentliche Borke (rhytidoma Mohl) besteht weder aus Kork noch aus irgend einer anderen Gewebeform allein, sie verdankt vielmehr ihr Entstehen der Abgliederung älterer Rindenstücke, die durch wiederholte Bildung von Periderm von den jüngeren nachwachsenden Schichten gesondert werden[1]).

Nachdem längere oder kürzere Zeit die ursprüngliche Korkhülle genügt hat, sieht man plötzlich im Inneren der Rinde eine dünne Lage von Periderma, nur wenige Zellen breit, schief oder bogenförmig hier und dort das primäre Parenchym durchziehen, indem sie, wenn gleich in unregelmäßiger Richtung, doch ungefähr der Peripherie entsprechend fortläuft. Nach außen schließt sie sich ringsum der oberflächlichen Korkhülle an, und grenzt so ein gewöhnlich flach gewölbtes schaliges oder schuppiges Stück der primären Rinde von ihrer übrigen Masse vollständig ab.

Sogleich verdickt sich die neuerschienene Peridermlage, und das abgegliederte Stück, aus dem organischen Zusammenhange mit dem anderen Gewebe ausgestoßen, beginnt allsogleich abzusterben und zu vertrocknen.

Erst nur an einzelnen Stellen bemerkbar, bald mehr und mehr sich häufend, entstehen endlich in schnellerer Folge zwischen und unter den fertigen immer neue Schuppenstücke von dieser Art, die alle, wie die ersten, durch Peridermlagen von den inneren Rindentheilen getrennt worden sind. (Fig. 28.)

---

[1]) Vergl. H. v. Mohl, die Entwicklung des Korks u. s. w.

Digitized by Google

So bildet sich die Borke, und je nach der Baumart bleiben bald mehr bald weniger Schuppen über einander haften, bevor sie durch die Witterung zerstört werden oder abfallen.

Bald sind die abgetrennten Massen dicker, bald dünner, und zeigen überhaupt eine mannigfaltige Gestaltung. So sieht man z. B. bei der Linde und dem Ahorn flache Stücke durch schmale, ziemlich parallele Risse getrennt, dagegen laufen bei Quercus, Populus, Robinia tiefe Spalten netzartig sich kreuzend über den Stamm herab, und zerschneiden seine Oberfläche in dicke, knorrige Borkhaufen. Flach und blättrig sind die Schuppen bei Aesculus, breitschalig und schnell hinfällig bei Platanus u. s. w.

Die ersten Schuppen enthalten entweder nur Stücke der primären Rinde, oder nehmen auch wol schon einzelne Bündel des ersten Bastringes mit fort. Die folgenden Peridermlagen durchkreuzen die tieferen Theile der Bastschicht, und geben immer neue Antheile dem Absterben Preis. (Fig. 18, 20, 21, 22.)

So ist das primäre Parenchym bald verschwunden, und die Rinde ist allein durch die secundären Gewebe dargestellt. Doch auch diese werden von außen immer mehr verbraucht, wie sie innen aus dem Cambium stets sich wiedererzeugen, und oft ist die todte Borke zuletzt dicker, als die Rindenlage, welche noch lebendig ist.

Niemals aber beginnt diese lebendige Rinde außen zu vertrocknen, ohne daß die noch saftigen Zellen von den absterbenden durch ein Periderma in bestimmter Grenze getrennt wären. Ist dies geschehen, so vertrocknen die ausgeschlossenen ziemlich alle auf einmal. Ein ganz allmäliger Uebergang aus den lebenden Theilen innen in die äußeren todten findet sich nicht, so lange die Pflanze in gesunder Vegetation begriffen ist.

Daher ist die Borkbildung weniger, wie man sonst wol meinte, ein passives Absterben, als vielmehr ein lebensthätiges, und, — wenn man so sagen darf, — freiwilliges Ausscheiden und Abstoßen von Zellgewebmassen, deren die Pflanze zum Leben entweder nicht mehr bedarf, oder die dazu untüchtig geworden sind.

Wenn daher auch die Borkschuppen in ihrer Funktion, näm-

Digitized by Google

lich ein äußerer Schutz des Stammes zu sein, mit dem Kork übereinstimmen, so sind sie doch in organischer Hinsicht durchaus von ihm verschieden. Dieser besteht aus einer bestimmten Gewebform von sehr ausgeprägtem Charakter, jene aber sind aus vielerlei Dingen, wie sie gerade zufällig bei einander lagen, zusammengehäuft, und vom Korkgewebe nur umgrenzt.

Die Bestandtheile der Schuppenstücke jedoch, nachdem sie verdorrt sind, herauszufinden und wiederzuerkennen, ist nicht immer leicht, da die saftentleerten Gewebe, den Einflüssen der Luft ausgesetzt, mannigfach ihr Ansehen verändern, verschoben, gedrückt, zertrümmert und zudem durch vielerlei vertrocknete Inhaltsreste oft undurchsichtig gemacht werden. Doch leitet der Vergleich mit der lebendigen Rinde stets auf die richtige Spur.

In der Rinde solcher Gehölze, deren primäres Periderm während des ganzen Lebens thätig bleibt, wie das der Rothbuche, findet der Regel nach eine Erzeugung von secundären Korkumgrenzungen nicht statt, also fällt damit auch die freiwillige Abschälung von Borkmassen von selbst weg. Zuweilen indessen bemerkt man doch am Grunde alter Stämme einzelne Risse in der Rinde, um welche alsdann eine oder einige Borkschuppen entstanden sind. Da ist aber die Frage, ob der Baum freiwillig die Peridermgrenzen gezogen, und dadurch jene Stücke abgestoßen; oder ob nicht vielleicht ein Riß, zufällig durch äußere Einflüsse entstanden, die Erzeugung derselben veranlaßt hat. Die Seltenheit der Erscheinung macht das Letzte wahrscheinlich, und dann wäre ein solches Aufreißen nicht, wie bei der gesetzmäßigen Borkabschuppung, Folge derselben, sondern ihre Ursache.

Freilich ist im Allgemeinen noch nicht klar, was gerade gewisse Gegenden des Rindenparenchyms bewegt, zur Korkerzeugung zu schreiten. Es ist kein Zweifel, daß es Reihen von Parenchymzellen sind, in denen derselbe hervorgebracht wird. Allein der erste Anfang dieser eigenthümlichen Zellbildung hat sich der genauen Beobachtung bisher entzogen, indem einerseits das inhalterfüllte Gewebe des Rindenparenchyms überhaupt der Aufspürung junger und zarter Gebilde

Digitized by Google

hinderlich ist, andrerseits aber das Suchen einer neuentstehenden Korkschicht um so mehr erschwert, als man durchaus nicht vorhersagen kann, in welchen Zellen sie auftreten werde. So steht sie dann plötzlich, bald hier bald dort ziehend, schon bis zu einer gewissen Ausbildung fertig da.

Aber mit Bestimmtheit läßt sich behaupten, daß sich überall eine Korkumgrenzung bildet, wo es darauf ankommt, ein bloßgelegtes oder bloßzulegendes Zellgewebe gegen die Einflüsse der Außenwelt zu schützen[1]), es sei denn, daß das Gewebe selbst zu denen gehöre, die zu einer solchen Neubildung unfähig sind.

Wir sehen daher in den Bastzellen, im Holze und in den Spiralgefäßen niemals Korkzellen entstehen. Das Parenchym dagegen scheint, wenn auch nicht in allen, doch in den meisten Fällen zur Peridermerzeugung fähig zu sein.

Immer ist das Rindenparenchym des Stengels bereit, zufällige Verwundungen durch Periderma zu vernarben, und auf solche Weise das unverletzt gebliebene Gewebe mit schützender Hülle zu versehen.

Es wird dabei stets ein Theil des Gewebes an der Wunde preisgegeben. Ist die Oberhaut oder selbst ein bedeutenderes Stück der Rinde irgendwo verletzt oder ganz zerstört, so müssen die dadurch bloßgelegten Zellen, die nicht so feste Wände haben, um die Einwirkung der freien Luft ertragen zu können, natürlich vertrocknen. Aber sogleich beginnt das Parenchym einige Zellenreihen von der Wunde entfernt eine neubildende Thätigkeit. Die Umrisse der Wunde überall begleitend und sich rings an die noch unversehrte Außenhülle, welcher Art diese auch sei, anlegend, entsteht ein Periderma, das alsbald die tieferliegenden Zellen vor dem eindringenden Vertrocknen schützt, während die außen gelassenen Theile absterben.

Ein vollständiger Ersatz, eine wahre Erneuerung der Gewebeformen, die verloren gegangen sind, in der entstandenen Lücke selbst, kann freilich nirgends stattfinden.

Aber nicht allein bieten sich von selbst in der Natur häufige

[1]) Vergl. Schacht, die Pflanzenzelle, S. 241.

Digitized by Google

Gelegenheiten, dergleichen Vernarbungen zu beobachten, man kann sie auch willkürlich nach Belieben hervorrufen.

Von vielfachen über beiderlei Fälle gemachten Beobachtungen mag nur einiger hier Erwähnung geschehen.

Es waren an mehreren Zweigen von Cornus und Syringa Stückchen von der Rinde abgeschnitten worden. Die Wundflächen bekamen bald ein vertrocknetes Ansehen, zeigten aber äußerlich keine Spur von Neubildung. Der Durchschnitt lehrte jedoch nach einiger Zeit, daß ein Periderma sich unter der Wunde, gleichlaufend ihrer Fläche, erzeugt hatte, das sich an den Grenzen des Schnittes überall mit der Epidermis oder dem Periderma des Zweiges vereinigte. Wie die genannten Pflanzen in ihrer regelmäßigen Korkbildung verschieden gestaltete Zellen hervorbringen, so waren dem entsprechend auch die hier entstandenen Vernarbungshüllen bei Syringa aus weiteren, bei Cornus aus engeren Korkzellen gebildet.

Bemerkenswerth ist, daß der verletzte Zweig vom Cornus hier eine Peridermaschicht entwickelte, obwohl er noch so jung war, daß sich sonst noch nirgends unter seiner Epidermis eine Spur davon zeigte. Diese Bildung war also durch die Verwundung gleichsam verfrüht worden.

Bei einem anderen Fliederzweig war ein mehrere Zoll langer Rindenstreif, dessen Breite fast ein Drittheil des Stengelumfangs betrug, herausgerissen, und hatte das Cambium und das jüngste Holz mitgenommen. Der Zweig starb dennoch nicht ab, sondern schützte die unverletzten Theile durch Korkbildung.

Die genauere Untersuchung, die erst mitten im Winter geschah, zeigte, daß der ganze Zweig (Fig. 35, 35b) schon von einem Periderma von mehreren Zellenreihen (pd) umgeben war. Nun hatte sich unter der Wundfläche ein neues an jenes normal vorhandene angelegt, das, nach innen umbiegend, sich bis gegen das Holz hinzog. Außen davon waren die Rindentheile (rh) vertrocknet. Auf dem Holze selbst vermochte sich kein Periderm zu bilden, so daß auch die äußeren Lagen des jungen Holzringes selbst abgestorben waren.

Digitized by Google

Allein auch das Cambium hatte gegen die Wunde hin eine erſetzende Zellenerzeugung begonnen, indem es wulſtförmige Maſſen jungen Parenchyms (c l) dicht bei dem Holze hervorgeſchoben hatte, um die Blöße deſſelben nach und nach zu überwallen. Dieſe waren ebenfalls von deutlicher Peridermhülle umgeben, einer Fortſetzung derjenigen, die im Rindenparenchym ſich zeigte. Sie umzog die ganze Cambialwulſt, bis ſie, ſich an die Schnittfläche des Holzes drängend, aufhörte.

Dieſe Erſcheinungen, die in gleicher Weiſe in mancherlei Fällen beobachtet wurden, ſind ganz allgemein. Das Rindenparenchym ſchützt ſich mit Kork, das Holz vermag ſich nicht zu umhüllen und bleibt den Einflüſſen der Luft preisgegeben, die jedoch, wegen der Feſtigkeit ſeiner Subſtanz, ſich nicht ſehr tief geltend machen können. Das Cambium endlich verſucht durch Neubildung größerer Zellmaſſen das Verlorene zu erſetzen und das Gebliebene mit noch ſtärkerer Hülle zu überwachſen.

Ein anderer Zweig war geringelt worden. Auch hier breitete das Periderm ſich unter der Ringelwunde durch das Parenchym, und überzog den Cambialwall, der ſich ringsum etwas über die vertrocknete Holzfläche hervorſchob, welche für ſich wiederum nackt geblieben war.

Die Zellgeweblagen, die in dieſen Fällen freiwillig durch den Kork abgeſchieden waren, bildeten mithin künſtliche Borktheile, indem ſie auf dem Periderma haften blieben, das die geſunden Zellen umgab, um ſie ferner zu ſchützen, gerade ſo, wie bei der natürlichen Borkbildung die untauglich gewordenen Gewebſchichten ausgeſtoßen, und außerhalb der lebendigen Hülle der Verwitterung überlaſſen, die noch thätigen aber geſichert werden.

Auch wo durch den Wechſel der Lebenserſcheinungen naturgemäße Verwundungen am Stamm veranlaßt werden, tritt eine ſolche Vernarbung ein.

Wenn im Herbſt die Blätter fallen, entſteht an der Baſis des Blattſtiels eine Wundfläche, die durch alle Gewebeformen des Stammes hindurchſchneidet. Bei Juglans regia habe ich dieſelbe

Digitized by Google

von einer dünnen Schicht vertrockneten Zellgewebes bedeckt gefunden, unterhalb deſſen ein Periderma hinzog. Daſſelbe fand Schacht[1]) bei Dracaena reflexa und anderen Pflanzen. Mit großer Wahrſcheinlichkeit läßt ſich vermuthen, daß es eine allgemeinere Erſcheinung ſei.

Und nicht einmal am Stengel allein, ſondern auch an anderen Theilen erreicht die Pflanze durch daſſelbe Mittel den gleichen Zweck.

Blätter von Bryophyllum hatten mehrfache Verletzungen erhalten, waren theils vom Rande her eingeriſſen, theils gequetſcht oder an der Oberfläche abgerieben. Die Ränder der Wunden ſahen braun und trocken aus, doch drang die Vertrocknung nicht weit hinein, und das Blatt befand ſich aller Orten, ſelbſt dicht um die verletzten Stellen her, in ungeſtörter Vegetation.

Die Unterſuchung lehrte nun, daß die Wunden genau auf die Art, wie vom Stamme beſchrieben iſt, allerſeits von einem Periderma umzingelt waren, welches die lebendigen und ſaftigen Blattſtücke vor dem Austrocknen ſchützte.

An den Orten, wo auch die Epidermis der einen Blattfläche abgerieben war, zog das Periderm unter der entblößten Stelle bis zur unverletzten Oberhaut hin.

Fig. 33 b zeigt eine ſolche Verwundung, und Fig. 33 einen durch dieſelbe geführten Schnitt. Man bemerkt, daß die Narbe mit verdorrtem Parenchym bedeckt iſt (rh), unter welchem eine Korklage (pd) erſcheint. Die Korkzellen ſind groß und außerordentlich feinwandig, und wie immer in Reihen geordnet, die gegen die Wundfläche ungefähr ſenkrecht laufen. Freilich erſcheinen ſie wegen der Weichheit der Theile und der Krümmung der übernarbten Stelle etwas weniger regelmäßig, als an anderen Orten, doch ſind ſie zu erkennen. Das Blattparenchym (p. f) iſt reich an Chlorophyll (chl), das den Korkzellen fehlt.

Aehnliches wurde auch bei Blättern von anderen Pflanzen,

[1]) Schacht, die Pflanzenzelle, S. 246, 325.

Digitized by Google

besonders von Gesneriaceen, beobachtet, deren Parenchym überhaupt eine Produktionskraft besitzt, welche die der meisten anderen Gewächse weit hinter sich läßt.

Allein nicht in allen Pflanzen scheint diese Nachbildung möglich zu sein. Nur die, deren Zellgewebe sich eine gewisse Frische der Lebensthätigkeit lange bewahrt, sind im Stande ihre Wunden so zu schließen. Bei anderen unterliegt das Parenchym dem austrocknenden Einfluß der Witterung, und stirbt ab.

Selbst das Mark, dessen Parenchym von allem am ehesten abzusterben, mithin die schwächste Lebenskraft zu besitzen scheint, behält in gewissen Pflanzen die Fähigkeit, seine Wunden durch Kork zu schließen, wie besonders wieder in den Gesneriaceen.

Aber vor allen deutlich zeigte ein Fall diese wiedererzeugende Kraft des Zellgewebes und das verschiedene Verhalten der Gewebearten an verletzten Stellen. Es war ein junger Zweig von Ribes Grossularia geknickt worden, so daß die Rinde der einen Seite, der ganze Holzcylinder und das Mark völlig durchgerissen waren, und nur die Rinde der anderen Seite noch das Stück oberhalb der Wunde mit dem unteren verband. Die Verletzung mag im Sommer geschehen sein, denn die Wunde war völlig vernarbt, als sie im Winter bemerkt wurde.

Die nähere Untersuchung zeigte nun (Fig. 34), daß die von einander getrennten Stengeltheile, wie natürlich, nicht wieder verbunden waren. Jedoch alles parenchymatische Zellgewebe hatte eine bedeutend starke Korklage entwickelt, und sich ringsum gegen Einflüsse von außen gepanzert. Selbst das Mark hatte eine solche erzeugt, die in großer Mächtigkeit von Holz zu Holz hinüberlief (pd). Durch die Quetschung waren Mark und Rinde beiderseits von dem primären Holzring (l m^1) bis auf einige Entfernung von der Wundstelle hinein losgerissen, und eben so weit zog sich das Periderm über das lebendig gebliebene Parenchym hin, bis es sich zuletzt an das Holz drängte. Dieses selbst hatte nirgend eine Korkzelle entwickelt, sondern war in der Nähe der Wunde überall vertrocknet.

Aber eine bedeutende Lage secundären Holzes (l m^2) hatte sich

Digitized by Google

gebildet, und zwar an der Seite, deren Rinde noch unverletzt geblieben war. Die Abbildung zeigt den Streifen desſelben zwiſchen dem alten Holz und der Rinde von einem Bruchſtücke des Zweiges zum andern ununterbrochen hinübergehend.

Es muß alſo an der Rinde dieſer Seite zugleich bei der Knickung das Cambium erhalten geblieben ſein, welches dann dieſe bedeutende Holzerzeugung vollbrachte, die nun die einzige Stütze des oberen Stückes vom gebrochenen Zweige war. Auf der entgegengeſetzten Seite des Cambiums entſprach dieſem Holz eine nicht geringere Rindenlage. Oben und unten legte ſich das ſecundäre Holz an das primäre, und ſtrich neben demſelben, wie es die Regel iſt, aufwärts und abwärts durch den Stengel hin. Abgeſtorbene Rindenmaſſen, vermuthlich ſchon durch den Knick losgeſprengt, bedeckten außerhalb des Periderms die Oberfläche (rh).

Auf der Seite, wo die Rinde durchbrochen war, hatte das Cambium des oberen Stengelſtücks eine dicke, wulſtige Holzmaſſe erzeugt, deren Zellen und Gefäße mehr unregelmäßig als parallel verliefen, und die nach der Wunde zu etwas hervorquoll. Die Wundfläche des unteren Zweigſtückes zeigte davon keine Spur. Einer von den vielen oft wiederholten Beweiſen, daß der Zufluß des bildungsfähigen Saftes in den ausgebildeten Stengeltheilen vorzugsweiſe in der Richtung von den Blättern herab ſtattfindet. Aufgehalten durch die Wunde, war derſelbe zu dieſer abnormen Maſſenbildung verwendet worden, während er an der anderen Seite des Stengels durch das ununterbrochene Cambium herabdringend eine zuſammenhängende, normale, parallelfaſrige Holzlage erzeugt, und ſo ſich ſelbſt für die Zukunft den Verbindungsweg geſichert und befeſtigt hatte.

Die neugebildete Rinde zeigte übrigens durchaus die Eigenthümlichkeit der Gattung Ribes, wie ſie weiter unten beſchrieben werden wird.

Durch alle dieſe Erſcheinungen wird, was freilich ſchon die natürliche Vorbildung genugſam beweiſt, in ein noch helleres Licht geſetzt, daß es der Zweck der eigenthümlichen Zellgewebeart des

Digitized by Google

Korkes ist, überall die inneren saftigen Pflanzentheile schützend zu umhüllen, wozu diese sowohl durch den Stoff ihrer Zellen, als durch die schnelle und stetige Nachbildung derselben vor allen anderen befähigt wird.

In allen besprochenen Fällen tritt diese secundäre Korkbildung, die das Entstehen von Borke bedingt, im Parenchym auf, welches fertig gestaltet schon als ausgeprägte Gewebeform seine bestimmte Stelle im Pflanzenkörper ausfüllt, und zwar in gewissen Zellenreihen, die sich vorher durch nichts von den übrigen unterscheiden, und gewöhnlich, ohne daß irgend eine Veranlassung zu ihrer Erzeugung anzugeben wäre, als etwa das allgemeine Bedürfniß der Pflanze, ihre Rinde zu erneuern, zugleich aber das Absterbende, Auszustoßende, Todte, vom Frischen und Lebendigen abzuscheiden.

Oft dagegen erscheint dieselbe in nächster Nähe des Cambiums, so daß man versucht sein könnte, sie als unmittelbares Erzeugniß desselben zu betrachten. Wenigstens entsteht sie in den Parenchymzellen, die erst unlängst aus jenem hervorgetreten sind.

Schon der eine oben angeführte Versuch, bei welchem das aus der Wundfläche hervorgequollene Bildungsgewebe sich mit einer Korkdecke bekleidet hatte, zeigt etwas Aehnliches. Und warum sollte auch das Cambium nicht Korkzellen so gut, wie jede andere Gewebeform unmittelbar hervorbringen können, wo das Bedürfniß es heischt.

Aber noch auffallender geschieht es in manchen Gehölzen, in welchen, sobald die primäre Rindenschicht fertig gebildet ist, und der Cambialring seine erzeugende Thätigkeit beginnt, rings um diesen, entweder bevor noch überhaupt Bastbündel hervortreten, oder sogleich nach dem Erscheinen der ersten, eine geschlossene Ringlage von Korkzellen sichtbar wird. Dieselbe trennt als feste, cylindrische Hülle alsdann die secundäre Rinde mit Allem, was dazu gehört, gleich anfangs von dem primären Parenchym, und dies, schon im Voraus gleichsam zum Abwerfen bestimmt, bleibt nur, so lange die Epidermis dauert, in Saft und Wachsthum bestehen. Es zeigt sich nichts von einem Periderm unter der ersten Oberhaut, und gleich-

Digitized by Google

ſam ohne einen Verſuch, ſie länger zu halten, läßt der Stamm ſeine Erſtlings-Rinde abſterben.

Nicht alſo einzelne Schuppen, ſondern eine ganze, vollſtändige Kreisſchicht wird in dieſem Falle ringsum abgeſtoßen, und fällt mit einem Male der Zerſtörung anheim. Die Korklage, welche dann die ſecundäre Außenhülle darſtellt, entwickelt ſich entweder fort, als bleibendes Periderm nachwachſend, oder es erſcheint noch ferner in wiederkehrender Folge im Inneren der ſecundären Rinde ein Periderm-Ring nach dem anderen, geſchloſſen und cylindriſch wie der erſte, ſo daß periodiſch die Rinde in ganzen Maſſen abgeſtoßen und erneuert wird. Das Erſte hat z. B. beim Johannisbeerſtrauch ſtatt und das Zweite beim Weinſtock, bei Caprifolium und Melaleuca.

Nicht unpaſſend könnte man dieſe Art der Bildung jener oben beſchriebenen „Schuppenborke“ gegenüber eine „Ringelborke“ nennen.

Mit der Borkbildung überhaupt iſt die letzte Periode der Rindenentwicklung eingetreten, und dieſe ſchreitet nun bis zum Tode der Pflanze in gleicher Weiſe fort.

Digitized by Google

II. Beſonderes.

Die große Mannigfaltigkeit, die ſchon bei oberflächlichem Anblick die Rindenbildung der verſchiedenen Gehölzarten dem Beſchauer darbietet, findet nun leicht ihre Begründung in dem vielfach wechſelnden Entwickelungsverhältniß, welches die einzelnen im erſten Abſchnitt beſprochenen Rindenglieder blicken laſſen.

Bald kommen alle Beſtandtheile zu ebenmäßiger Ausbildung, bald überwiegen einige über die anderen, bald bleiben einzelne, ſonſt ſo deutlich hervortretende Formelemente gänzlich aus. Doch nachdem man das eigenthümliche Entwickelungsgeſetz jeder einzelnen Gewebeform und ihr Verhalten zum Ganzen erkannt hat, genügt oft ſchon eine äußerliche Betrachtung, um Schlüſſe auf die innere Zuſammenſetzung machen zu können.

So lange ein Zweig das Anſehen ſeiner Oberfläche bewahrt, welches er mit aus der Knospe gebracht hat, der er entſproſſen iſt, ſo wiſſen wir, — ſei er nun glatt oder behaart, grün oder gefärbt, — daß die Epidermis auf ihm noch thätig und lebendig iſt. Beginnt dagegen die Außenſeite trockener auszuſehen, wird ſie braun, wenn ſie erſt grün war, oder verliert ſie doch ihre ſaftige Friſche, ſo kann man ſchließen, daß die primäre Oberhaut verſchwunden, und ein Periderma entſtanden und zur Außenhülle geworden ſei.

Wir können ferner mit Sicherheit urtheilen, daß, ſo weit wir an den Zweigen und Aeſten eine ſolche, wenn auch trockene, ſo doch glatte und nicht riſſige Oberfläche wahrnehmen, dieſe von einem

Digitized by Google

einfachen und meiſtentheils tafelzelligen Periderma gebildet wird, ſo verſchieden die Färbung derſelben auch ſein mag. Bleibt ſelbſt der Stamm bis in ſein ſpätes Alter oder während des ganzen Lebens glatt, ſo zeugt das dafür, daß dieſes Erſtlings-Periderm ſich in ſteter Vegetation erhält.

Wenn er aber hier und dort Sprünge bekommt und ein rauhes Ausſehen annimmt, ſo kann dies entweder auf eine beginnende Borkbildung deuten, wie es zumeiſt der Fall iſt, oder es könnten auch größere Maſſen von weitzelligem Kork ſein, die ſchuppig zerreißend oft ähnlich ausſehen wie die eigentliche Borke. Doch verräth ſich der Kork beim Anfühlen gewöhnlich durch größere Weiche und Elaſticität, während die Borkſchuppen mehr ſtarr und ſpröde zu ſein pflegen. Sehr bedeutende Anhäufungen von einer rauhen Kruſte rühren faſt immer von wahrer Borke her.

Zeigt die Rinde beim Zerreißen ein langfaſeriges, zähes Gewebe, ſo enthält ſie viel Baſt, iſt ſie dagegen ſpröde, kurzbrüchig, gleichſam mit harten Körnern oder Bröckeln vermengt, ſo hat ſtatt des Baſtes ſich dickwandiges, verholztes Parenchym ausgebildet.

Durch die größere Zahl der Zuſammenſetzungsſtücke iſt mithin der Rinde für die Verſchiedenheit ihrer Bildung ein viel weiterer Spielraum gelaſſen als dem Holzkörper. Obwohl man daher auch aus dieſem ſchon für viele Gehölzgattungen ſehr treffende Merkmale herausfinden kann, ſo findet dies doch in noch höherem Maße in Bezug auf die Rinde ſtatt. Sie bietet durch ihre Mannigfaltigkeit bei den verſchiedenen und durch die gleichmäßige, ſtets nach demſelben Geſetz ſich wiederholende Entwickelung bei einer Pflanze ein klar ausgeprägtes Bild generiſcher oder oft ſogar ſpecifiſcher Eigenthümlichkeit dar.

Inſofern es daher für die vergleichende Anatomie der Gehölze von Werth zu ſein ſcheint, von möglichſt vielen Gattungen und Arten die Rindenentwickelung im Einzelnen kennen zu lernen, ſo ſoll im Folgenden verſucht werden, von einer Zahl bekannterer Holzgewächſe beiſpielsweiſe eine kurze Charakteriſtik aufzuſtellen.

Digitized by Google

A. Rinde mit ausdauerndem Periderma.

Bei einer geringeren Anzahl von Gehölzen bleibt das erste Periderma, das zunächst unter der Epidermis zur Entwickelung gelangte, fortwährend thätig, und bildet für das ganze Leben den äußeren Schutz des Stammes allein, ohne daß andere Gewebformen abgeschieden werden und zu einer wahren Borke vertrocknen.

Die Zellen dieses Periderms sind dann entweder weit, und häufen sich in lebhafter Entwickelung zu großen lockeren Korkmassen auf der Oberfläche der Rinde an, wie bei den sogenannten Korkbäumen, oder sie sind schmal tafelförmig, und bilden nur eine dünnere, feste und glatte Hüllschicht.

1. Fagus sylvatica.

Die Buche ist ein charakteristisches Beispiel eines Baumes, der nie Borke erzeugt.

Die primäre Rinde ist nicht sehr dick und ziemlich engzellig, und schon sehr früh bemerkt man unter der einfachen Zellreihe der Epidermis die junge Korklage. Ihre äußersten Zellen alterniren, wie gewöhnlich, mit denen der Oberhaut, und sie erreicht, bevor diese verschwindet, durchschnittlich eine Mächtigkeit von drei bis fünf Reihen. Später zerreißen die äußeren zu Lappen, die außen haftend dennoch für das bloße Auge die Glätte der Oberfläche kaum beeinträchtigen. Innen wachsen langsam neue Zellschichten nach, so daß die Dicke der ganzen Schicht allmälig zwar zunimmt, aber doch niemals sehr bedeutend wird. Denn die einzelnen Zellen sind äußerst dünne und zarte Tafeln, die grell von den darauf folgenden Lagen des primären Parenchyms abstechen. Sie sind meistentheils mehr in die Breite als in die Höhe ausgedehnt. Der schmale Ring des primären Parenchyms ist reich an Chlorophyll.

Die Entwickelung der secundären Rinde beginnt mit einem Kreise von Baststrängen, die an Zahl den primären Holzbündeln entsprechen, und durch die Hauptmarkstrahlen von einander getrennt

Digitized by Google

werden. Indem dieſe mit zunehmender Stengeldicke weiter auseinander rücken, erſcheinen zwiſchen ihnen Gruppen jener dickwandigen, knorpelhaften Zellen, welche, wie oben beſprochen iſt, ſich aus dem gewöhnlichen Rindenparenchym entwickeln. Dieſe ſchließen ſich ſeitlich den Baſtbündeln an, und vervollſtändigen gleichſam ihren immer lockerer werdenden Ring.

Neue Baſtbündel werden nicht ferner gebildet, es bleibt bei dem erſten Ringe, aber immer größere Maſſen von Parenchymzellen verdicken ihre Wände, und endlich iſt nicht allein faſt die ganze ſecundäre Rinde von ihnen erfüllt, indem nur noch ſchmale Lagen dünnwandiger Zellen ſie in einzelne Haufen theilen, ſondern auch in der primären Rinde erſcheinen hier und dort kleinere Gruppen von Parenchym knorpelicht verdickt.

Endlich ſieht man ſelbſt die ganzen Markſtrahlen, die ziemlich breit und hoch aus dem Holze hervortreten, ſo weit ſie die Rinde durchziehen, zu Knorpelzellenmaſſen verwandelt, und ſelbſt in den Holzkörper bringt die Verdickung der Parenchymſtrahlen noch eine Strecke weit ein.

Die eigentliche Beſtimmung dieſer Bildung für den Pflanzenhaushalt iſt zwar bisher nicht klar, doch verleiht ſie zweifelsohne, wie ſchon früher bemerkt, der Rinde eine gewiſſe Feſtigkeit, deren dieſelbe bei der ſo mangelhaften Entwickelung des Baſtes entbehren würde, deſſen ſpärliche primäre Bündel man ſchließlich nur noch mit Mühe im Umfange der ſecundären Rinde zwiſchen dem Knorpelparenchym wiederfindet[1]).

2. Viburnum Lantana.

(Fig. 4—7.)

Wie die Buche, ſo entwickelt auch der wollige Schneeball keine Borke, ſondern umgiebt ſich mit einer Hülle aus Kork, die jedoch im Verhältniß bei Weitem dicker iſt als bei jenem Baume.

[1]) Vergl. die Angaben Schacht's über die Rinde der Rothbuche und anderer Waldbäume in ſeinem in nächſter Zeit zu erwartenden Werke „der Baum."

Digitized by Google

Schon sehr früh stirbt die Epidermis, welche mit sternförmig verzweigten Haaren besetzt ist, ab, obschon man ihre Reste noch lange auf den jüngeren Zweigen haften sieht. Jedoch noch früher ist unter ihr eine breite Schicht von Korkzellen hervorgetreten, die sehr dünnwandig und weit und oft, so lange noch Saft sie erfüllt, in radialer Richtung länger gestreckt sind als in peripherischer. Die äußersten trocknen bald aus, werden zusammengedrückt und bekommen leicht auf dem Querschnitt ein fast rautenförmiges Ansehen, indem sie sich seitlich zwischen einander drängen (Fig. 4, 7).

Die Korklage entwickelt sich nun schnell zunehmend zu verhältnißmäßig großer Mächtigkeit, und bildet, indem sie außen verwittert, schuppige Massen, die, wegen der Weite und Dünnwandigkeit der einzelnen Zellen schwammig und leicht zerstörbar, in flachen Erhabenheiten sich netzförmig über die Rindenfläche verbreiten.

Quer durchschnitten gewähren sie unter dem Mikroskop einen charakteristischen Anblick. Die zarten Zellwände sind mannigfach zerdrückt und verzerrt und hin und her gebogen, so daß es oft den Anschein hat, als ob die Zellen vielmehr in schieflaufenden als in radialen Reihen ständen (Fig. 6, pd^1). Zugleich lassen sich periodisch auf einander folgende Schichtungen von bald weiteren, bald flacheren Zellen unterscheiden ($pd^1 - pd^3$), die sich jedoch noch nicht mit Bestimmtheit auf die verschiedenen Wachsthumsperioden der Pflanze beziehen lassen. Die jungen noch saftigen Zellen pflegen die weitesten zu sein (pd^4). In ihnen kann man leicht dicht an der Grenze des Parenchyms die Entstehung neuer Zellchen wahrnehmen (4, 7, pd).

Das primäre Parenchym ist zu äußerst sehr langzellig, collenchymatisch (4, 5, pr^1), doch werden seine Zellen mit der Zeit bedeutend in die Breite gezogen (6, pr^1).

Eigenthümlich ist das gänzliche Fehlen des Bastes. Nach der primären Rinde gehen aus dem Cambialring nur wieder Parenchymzellen hervor, ohne daß eine Spur von Bastbildung zu erblicken wäre. Aber auch knorpelichtes Parenchym erscheint nirgend. Ebenso vergeblich sucht man in der Rinde eine deutlich bemerkbare Fort-

Digitized by Google

ſetzung der Markſtrahlen, die ſchon den Holzkörper äußerſt ſchmal durchziehen.

Es zeichnet ſich alſo dieſe Rinde durch große Gleichförmigkeit der Gewebe aus, indem der einzige ſcharfe Gegenſatz der zwiſchen dem Kork außen und den Parenchymſchichten innen iſt.

Auch bleibt die geſammte Rinde ſehr ſchmal, und betrug z. B. bei einem Stamme von zwei Zoll Durchmeſſer noch nicht eine halbe Linie.

3. Acer campestre. Ulmus suberosa.

(Fig. 8.)

Der Feld-Ahorn und die Kork-Ulme ſind auch zu den eigentlichen Korkbäumen zu zählen.

Die Außengebilde der Rinde des Feld-Ahorns verhalten ſich den eben beſchriebenen ſehr ähnlich. Nur ſind die Korkzellen, obwohl mehr weit als tafelförmig, nicht ſo ſehr erweitert und mit ſo dünnen Wänden verſehen wie die des Viburnum. Doch bilden ſie im Alter ähnliche ſchuppig zerriſſene Maſſen weichen Korkes in ziemlicher Mächtigkeit, die aus wechſellagernden engeren und weiteren Zellen geſchichtet ſind. Während die Wände der vertrockneten alten braun ausſehen, erſcheinen die jungen Zellen, wie gewöhnlich, hell durchſichtig. Die allerinnerſte Reihe iſt in radialer Richtung bedeutend geſtreckt und zeigt wieder deutlich durch die feinen Scheidewände, welche die dem Parenchym zunächſt liegenden Enden der einzelnen Zellen durchziehen, daß ſie der Bildungsheerd der ferneren Korklagen iſt (Fig. 8, pd).

Die primäre Parenchymlage iſt nur ſchmal und beſteht aus engen, ziemlich langgeſtreckten Zellen. Der Baſt entwickelt ſich in auf einander folgenden, ziemlich geſchloſſenen Ringen, deren einzelne Bündel bei zunehmender Dicke des Umfangs auseinander treten, indem die Lücken ſich mit Parenchym füllen. Die Fortſetzungen der Markſtrahlen ſind in der ſecundären Rinde deutlich zu unterſcheiden.

Im Allgemeinen eben ſo wie beim Feld-Ahorn entwickelt ſich

Digitized by Google

der Kork auf der Rinde der Kork-Ulme. Das primäre Parenchym besteht aus weiteren Zellen, die Bastbündel stehen vereinzelter. Die übrigen in der Ulmengattung hervortretenden Eigenthümlichkeiten werden unten weiter erörtert werden.

B. Rinde mit Schuppenborke.

Bei Weitem die größeste Zahl der Bäume und Gesträuche begnügt sich nicht mit der Umhüllung aus primärem Periderm, sondern umpanzert ihren Stamm und ihre älteren Aeste mit einer wahren Borke aus vertrockneten Rindenstücken, die unregelmäßig von der lebenden Rinde sich sondern.

4. Tilia.

(Fig. 1, 2, 3 und der Holzschnitt des Umschlags.)

Die Rinde der Linden zeigt eine besonders ebenmäßige Entwickelung der verschiedenen Zellgewebformen. Schon oben ist sie daher als Beispiel zur Erläuterung der Schichtenverhältnisse im Allgemeinen geschildert worden.

Früh erscheint unter der Oberhaut eine Lage von tafelzelligem Periderm, das während der ersten Jahre innen nachwachsend die Hülle bildet (Fig. 1, 2, pd).

Die primäre Rinde ist sehr deutlich in eine äußere Lage von engeren, walzigen und eine innere von weiteren, unregelmäßigeren Zellen gesondert (Fig. 1, 2, pr).

Die secundäre Rinde besteht aus verhältnißmäßig wenigem Parenchym und sehr vielem Bast, dessen Gruppen mit großer Regelmäßigkeit in Ringlagen entwickelt werden, wie oben schon besprochen ist. Die Hauptmasse des Parenchyms verdankt ihren Ursprung der Fortbildungsfähigkeit der primären Markstrahlen, aus denen lange Reihen oblonger Zellen, in peripherischer Richtung ziehend, hervorgehen. Sie werden zu großen Massen, welche die

Digitized by Google

Baſtbündel in dreiſeitig oder trapezartig prismatiſche Gruppen trennen (Fig. 3 und der Holzſchnitt des Umſchlages).

Die Baſtentwickelung hört nicht auf, nimmt vielmehr mit dem wachſenden Stammumfang zu, und die geſammte Rinde erreicht eine bedeutende Dicke. Das ältere Rindenparenchym iſt oft reich an kleinen Kryſtalldruſen.

Mit der Zeit tritt die Borkbildung ein, indem ſecundäre Peridermzüge erſt die primäre, dann die übrige Rinde in ſchuppenartigen Stücken abſchneiden, die auf der Oberfläche eine ziemlich regelmäßig der Länge und Quere nach aufreißende Kruſte darſtellen.

5. Juglans regia.

Nach demſelben Plane, wie bei der Linde, entwickelt ſich im Allgemeinen die Rinde des Wallnußbaumes.

Ein ziemlich ſtarkes, ſehr dünnzelliges Periderm, das zum Theil durch eine braune Subſtanz erfüllt wird, folgt auf die Oberhaut. Die primäre Rinde beſteht aus rundlichen, weiten Zellen, nur die der äußerſten Reihen ſind walzenförmig und eng. Das ſecundäre Parenchym pflegt noch engere zu haben.

Die erſten Baſtbündel bilden einen recht regelmäßigen, geſchloſſenen, ſtarken Cylinder, der die Grenze der ſecundären Rinde ſcharf umſchreibt. Eine eigenthümliche Bildung tritt in ihm auf. Es ſind nämlich die aus derben Baſtröhren beſtehenden Bündel begleitet von Zellen, die auf dem Querſchnitt ebenfalls wie Baſt ausſehen. Auf dem Längsſchnitt jedoch nimmt man Röhren wahr, die an Stellung und Weite den Baſtzellen zwar durchaus gleichen, aber der Quere nach gleichſam durch zahlreiche Scheidewände gefächert ſind. Es ſind dies ſenkrechte Reihen über einander ſtehender ſehr kleiner Zellen, deren eigenthümliche Anordnung auf einer in den jungen Baſtzellen erfolgten Neubildung zu beruhen ſcheint, wie ſie Schacht[1]) in anderen Bäumen beobachtet hat, die aber in dieſen Baſtgebilden, die ſonſt keineswegs eine fortzeugende Kraft be-

[1]) Schacht, „der Baum“ u. ſ. w.

Digitized by Google

wahren, außerordentlich auffallend bleibt. Die kleinen, flachen Zellen ſind vorzugsweiſe in denjenigen Baſtröhren, welche die Bündel umgeben, zu bemerken.

Der Baſt fährt fort, in immer neuen Ringſchichten, die bald dünner bald dicker ſind, nachzuwachſen, doch erſcheinen ſeine Bündel im Ganzen weniger regelmäßig und in nicht ſo enggeſchloſſenen Reihen, wie in der Linde, obgleich ſie in der älteren Rinde ebenfalls dreiſeitig prismatiſche Bündelgruppen darzuſtellen pflegen, die durch die dicken Parenchymmaſſen der erweiterten Hauptmarkſtrahlen geſchieden werden.

Zwiſchen den Baſtbündeln treten in der ſecundären Rinde jedoch auch Gruppen verknorpelter Parenchymzellen auf.

In den erſten Jahren giebt das Periderma dem Stamme eine grauweiße Oberfläche, ſpäter beginnt eine dauernde Entwicklung von brauner Schuppenborke, deren Kork-Abgrenzungen ziemlich dick ſind, und aus nicht zu feinen Tafelzellen beſtehen.

6. Populus nigra.

Die Schwarz-Pappel beſitzt eine der vorigen ähnliche Rindenentwicklung. Unter der Epidermis erſcheint die erſte Korkſchicht in der jährigen Rinde 4—5 Reihen ſtark, mehr aus weiten als aus tafelartigen Zellen zuſammengeſetzt.

Die primäre Rinde umzieht den Zweig, den fünf vorſpringenden Kanten ſeines Mark- und Holzkörpers entſprechend und die Flächen zwiſchen denſelben erfüllend, in bald ſchmalerer bald breiterer Zone, und beſteht aus den gewöhnlichen zwei Lagen, außen aus geſtreckten dickwandigeren, innen aus mehr rundlichen Zellen mit dünneren Wänden. Die innere Lage enthält häufige Kryſtalle von ausgeprägter Geſtalt.

Der Baſt erſcheint in auf einander folgenden Ringlagen ziemlich kleiner Bündel, die meiſt weitläufig ſtehen und nicht allzu regelmäßig vertheilt ſind. Im Allgemeinen ordnen ſie ſich an, wie die der Linde und Wallnuß, und ihre langen Zellen ſind auf dem Umfang der einzelnen Bündel wie in dem letztgenannten Baum von

Digitized by Google

Röhren begleitet, die durch Neubildung kleiner, flacher Zellen gleichsam wie gefächert anzusehen sind.

Die Parenchymlagen der secundären Rinde, die zwischen den Bastbündeln ziehen, zeigen nach Radius und Peripherie reihenweis gestellte regelmäßige Zellen von länglicher Form. Die ebenfalls durch die Bastmassen streichenden Markstrahlen zweiten Ranges verlaufen nah bei einander, und bestehen meist nur aus einer Reihe ähnlicher Zellen.

Auch an einzelnen Haufen dickwandiger Knorpelzellen fehlt es in der älteren Rinde nicht.

Auf derselben tritt überall eine Borke auf, deren Schuppen von Peridermlagen umgrenzt werden, die bald aus engen, tafelförmigen, bald aus weiteren Zellen gebildet sind. Die letzten stechen dann nicht besonders deutlich gegen die Parenchymzellen der secundären Rinde ab, zwischen denen sie sich hinziehen, da diese ebenfalls in radialen Reihen stehen, und so, besonders vertrocknet, ein korkähnliches Ansehen erhalten. Die Borkschuppen häufen sich auf alten Stämmen in sehr großen Massen an, und springen zu dicken, unregelmäßig über die Oberfläche verlaufenden Längsrücken auseinander.

7. Quercus.

(Fig. 20.)

Die Rinde von der Stiel-Eiche (Quercus pedunculata) stimmt in vielen Punkten mit der der Schwarzpappel überein. Ihre Zellen sind im Allgemeinen, wie auch die des Holzes, verhältnißmäßig klein.

Unter der feinzelligen Epidermis folgt schon im jungen Triebe eine Korkschicht von bedeutender Stärke, so daß sie der nur dünnen primären Parenchymschicht im Durchmesser wenig nachgiebt. Sie enthält Tafelzellen, deren äußerste Reihe einerseits aus den größten besteht, wie andererseits an der inneren Grenze der Schicht die jungen Korkzellen von bedeutenderer Weite erscheinen, die noch in der Vermehrung begriffen sind. Die älteren zeigen meist eine gelbbraune Ausfüllungsmasse.

Digitized by Google

Auf die schmale primäre Rinde folgen die ersten Bastbündel in unterbrochener Linie, welche keinen genauen Kreis vorstellt, sondern, den vorspringenden Kanten des wie in der Pappel fünfeckigen Holzkörpers ausbiegend, denselben in geschlängelter Richtung umzieht. Nach der ersten Schicht kommen fernere, deren einzelne Bündel meist dünner sind und noch weniger regelmäßig stehen, zum Vorschein. In der älteren Rinde zeigen sich die Bastbündel wiederum von jenen Röhren eingeschlossen, die von kleinen, scheitelrecht übereinander stehenden Zellchen erfüllt sind.

Zwischen den Bündeln des ersten Bastkreises sieht man bald Gruppen von verholztem Parenchym, das sich dann auch in der secundären Rinde mit zunehmendem Alter in immer größerer Menge, zu unregelmäßigen Haufen vertheilt, ausbildet. Deßgleichen verdicken die primären Parenchymstrahlen, die als breite und hohe Massen durch die Rinde streichen, die Wände ihrer Zellen.

Die anderen Markstrahlen sind dünn, oft nur eine Zellenlage breit, und hin und hergeschlängelt ziehen sie nahe bei einander von innen nach außen.

Schon früh tritt die Borkbildung ein, und erreicht eine große Ausdehnung auf dem alten Stamm, den sie mit einem dicken tief und vielfach zerrissenen rauhen Panzer umkleidet. Die abgrenzenden Peridermalagen durchbrechen die Rinde in jeder beliebigen Richtung, weichen aber auf ihrem Zuge den gebildeten dickwandigen Zellhaufen leicht aus, und umziehen sie in einem Umweg auf ihrer Grenze. Eine nicht auffallende Erscheinung, insofern natürlich die verdickten Zellen zu einer ferneren Entwicklung von Tochterzellen in sich untauglich sind, und daher solche Neubildung den zunächst liegenden dünnwandigen, also vermehrungsfähigen Parenchymzellen überlassen bleiben muß.

Die Korkzellen sind in den inneren Peridermzügen, welche zuweilen sehr stark werden, allermeist tafelförmig, bisweilen aber wechseln auch dünnere Zellen schichtenweis mit weiteren ab.

In der Borke der Färber-Eiche (Quercus tinctoria), aus welcher ein Querschnitt (Fig. 20) abgebildet ist, zeigen sich mächtige

Digitized by Google

Peridermſtreifen (pd), die verhältnißmäßig nicht zu dicke Rindenabſchnitte zwiſchen ſich faſſen. Die Korkzellen ſind flach, und die Mehrzahl mit rothbraunem Inhalt erfüllt. Die jungen noch ſaftigen Zellen der jüngſten Peridermhülle ſind durchſichtig und waſſerhell (pd'). Die dargeſtellte Borkſchuppe enthält zugleich die Ueberreſte einer bedeutenderen Maſſe von knorplichtem Parenchym (pl).

Die Kork-Eiche (Quercus Suber) iſt in Bezug auf die Borkbildung von den anderen Arten der Eichengattung verſchieden, indem ſie nach Mohl zu den wahren Korkbäumen gehört, die alle Rindenſchichten unter einer ſtarken Entwicklung weitzelligen Korkes unverſehrt erhalten.

8. Ulmus.

Wie unter den Eichen eine Art, ſo weicht auch unter den Ulmen die ſchon oben beſprochene Ulmus suberosa von der effusa und der campestris ab, welche letztgenannten Arten eine Borkentwicklung beſitzen.

Die Epidermis iſt ziemlich rundzellig und behaart. Unter ihr bemerkt man im jungen Triebe zunächſt eine Reihe von Peridermzellen, deren Querſchnitt quadratiſch iſt. Auf dieſe folgen dann bald Tafelzellen, die viel ſchmaler ſind, in mehrfachen Lagen. Ein Verhältniß, das bei der Bildung des erſten Periderms öfter bemerkt wird. Die älteren Korkzellen erfüllen ſich gewöhnlich mit braunem Inhalt.

Das primäre Parenchym iſt, wie faſt überall, außen aus engeren, innen aus weiteren Zellen zuſammengeſetzt.

Die erſten Baſtbündel ordnen ſich, wie in den meiſten Bäumen, zu einer Ringlage von mäßiger Dicke. Die fernere Baſtentwicklung jedoch iſt ſehr eigenthümlich. Es gehen nämlich immerfort neue Baſtzellen aus dem Cambialringe hervor, und rücken nach außen, doch gruppiren ſie ſich nicht mehr, wie die erſten, zu dickeren Strängen, ſondern ſind vielmehr in unzählige ganz kleine Bündelchen vertheilt, die in der ganzen ſecundären Rinde überall zer-

Digitized by Google

ſtreut zu finden ſind, und meiſt aus ſehr wenigen Zellen, zuweilen ſelbſt nur aus zweien oder dreien beſtehen.

In der älteren Rinde gewahrt man deutlicher, wie die Markſtrahlen unregelmäßig zwiſchen den Baſtgruppen hinziehen, und ſich von einem zum anderen ſchmale Bänder von Parenchym hinüberſpannen. Die Zellen derſelben ſind in peripheriſcher Richtung geſtreckt, und die Zwiſchenräume, welche dieſe Streifen laſſen, und die kaum breiter ſind als ſie ſelbſt, nehmen dann die zahlreichen kleinen Baſtbündel auf.

Mit vorrückendem Alter des Baumes werden erſt hier und da kleinere, dann immer mehr und größere Borkſchuppen über die Oberfläche der ganzen Rinde hin abgeſchieden. Die Züge von Binnen-Periderm, welche dieſelben umgrenzen, beſtehen innen ſtets aus einer Schicht tafelförmiger Zellen, außen aber ſind ſie immer von einer Lage weiter Korkzellen begleitet, die oft in radialer Richtung beſonders geſtreckt, durchſichtig und leer erſcheinen, und ſehr feine, mannigfach verbogene und gefaltete Wände beſitzen. Dieſe weitzelligen Reihen, die an Mächtigkeit die der Tafelzellen öfter übertreffen, erinneren zunächſt an die bedeutende Korkentwicklung auf dem primären Periderm der Korkulme, während ſie auf dem der letztbeſprochenen Gattungen nur durch jene oben erwähnte einzige Reihe cubiſcher Zellen vertreten ſind, die zunächſt unter der Epidermis erſcheinen.

9. Syringa.

Der Fliederſtrauch gewährt ein gutes Beiſpiel einer Rinde, deren Periderm, obgleich es nirgend eine maſſenhafte Korkentwicklung zeigt, dennoch überall aus weiten, im friſchen Zuſtande ungefähr cubiſchen Zellen, und nirgends aus tafelförmigen gebildet iſt.

Unter der Epidermis von Syringa vulgaris, die oft einen braunen Zellinhalt enthält, zeigt ſich zunächſt eine Reihe von Korkzellen, die in radialer Erſtreckung faſt länger ſind, als in peripheriſcher. Neue Reihen von derſelben Form wachſen nach, ſo daß ein jähriger Zweig durchſchnittlich drei derſelben erblicken läßt. Nach

Digitized by Google

Verſchwinden der Epidermis ſind ſie einer ſchnellen von außen eindringenden Verwitterung preisgegeben, wie denn überhaupt ſtets die Korkmaſſen, die aus weiten Zellen beſtehen, natürlicher Weiſe viel ſchneller abgenutzt werden, als die engen Tafelzellen, weil ja auf den gleichen Raum bei jenen viel weniger Widerſtand leiſtende Zellwände kommen als bei dieſen. Daher üben auch weitzellige Peridermata ihre ſchützende Thätigkeit weit mehr durch lebhaftes Nachwachſen von innen her aus, wodurch immerwährend die außen abgenutzten Zellenlagen erſetzt werden, als durch Dauerhaftigkeit der Zellen ſelbſt, wie ſie eine Korkhülle aus Tafelzellen beſitzt.

Hier beim Flieder iſt aber dennoch die Vermehrung in den innerſten Reihen nicht kräftig genug, um die äußere Abwitterung zu überholen, und den Kork zu größerer Mächtigkeit anſchwellen zu laſſen, und wenn er auch allmälig ein Wenig gewinnt, ſo halten doch Neubildung innen und Abnutzung außen einander ſo ziemlich das Gleichgewicht, ſo daß die Reihenzahl der lebendigen Peridermzellen immer nur eine geringe bleibt.

Die einzelnen Korkzellen laſſen meiſt keinen beſonderen Inhalt wahrnehmen, ſie werden wegen der weiten Höhlungen leicht verdrückt und unregelmäßig zwiſchen einander gedrängt, ſo daß ihre Reihenſtellung an Deutlichkeit verliert.

Alles Binnen-Periderm, das ſpäter die Borkbildung veranlaßt, beſteht aus nicht minder weiten und geräumigen Korkzellen, und ſogar durch Verwundung hervorgerufene Peridermbildungen ſind aus derſelben Form zuſammengeſetzt, wie man bei der oben (S. 31) beſchriebenen und abgebildeten (Fig. 35) Verletzungsſtelle aus Syringa persica wahrnehmen kann. Hier bilden dieſelben weiten Korkzellen, die wir in der regelmäßig erzeugten äußeren Korkhülle ſehen, auch das Wund-Periderm (p d), indem ſie ſich an jenes Außenperiderm unmittelbar anſchließen, und die Wundränder begleitend die unverletzt gebliebene Rinde umfriedigen.

Es beweiſt dies wiederum, wie den einzelnen Pflanzenarten auch beſtimmte Korkzellenformen dergeſtalt eigen ſind, daß die einen allen Kork nur aus engen, die anderen denſelben nur aus weiten,

Digitized by Google

und wiederum andere ihn überall zum Theil aus engen und zum Theil aus weiten Zellen zusammensetzen. Und ebenso erhellt, daß andererseits den abweichenden Gestalten der Korkzellen keine wesentlich verschiedenen Funktionen entsprechen, indem jedes Periderm, sei es primäres oder später auftretendes oder solches, das durch zufällige Verletzungen in abnormer Lage hervorgerufen wird, aus jeder Art der Korkzellen dargestellt werden kann.

Der Bast folgt in seiner Entwicklung und Anordnung im Allgemeinen wiederum dem bei der Linde beobachteten Plan, doch wird der Flieder, wie auch die anderen aufgeführten Gehölze, in denen der Bast ebenso nachwächst, in Bezug auf Mächtigkeit der ganzen Schicht, auf Regelmäßigkeit und Stärke der einzelnen Bündel von jenem Baum bei Weitem übertroffen.

Viele Jahre lang reicht das dünne, außen schnell verwitternde erste Periderm hin, den Baum zu schützen. Endlich beginnen sich Borkschuppen auszusondern. Die Binnen-Peridermata, welche durchschnittlich drei Zellen mächtig sind, schneiden Stücke ab, die mehrere Bastlagen nebst zugehörigem Parenchym enthalten. Gern zieht die Korklage unmittelbar hinter den Bastbündeln weg, an deren cambiale Seite sie sich dicht anlegt, während sie nach innen zu neben sich eine Lage secundären Parenchyms behält. Das heißt mit anderen Worten, eben diese Parenchymlage bildet das Periderm in ihren äußeren Zellen, die von innen her an die Bastbündel grenzen.

10. Sambucus nigra.

(Fig. 9.)

Auf der Rinde des Hollunders findet sich sowohl eine ziemlich starke Korkentwicklung, als auch in späterer Zeit eine wahre Borke.

Die Oberhaut besteht aus vierseitig prismatischen, ziemlich weiten Zellen. Unter ihnen erscheint schon im jungen Zweige das primäre Periderma von weitzelligem Bau, mehrere Reihen stark. Dies verdickt sich, nachdem auf der jährigen Rinde die Epidermis verschwunden ist, mit Lebhaftigkeit. Man erblickt alsdann die äußeren Zellenlagen desselben braunwandig, zusammengedrückt und zum Theil

Digitized by Google

zerſtört, während die innerſte Reihe häufig Zellen enthält, die bedeutend lang geſtreckt ſind, und an ihrem inneren Ende wieder die ſchon öfter beſprochenen zarten Querlinien, die Wände von jungen Tochterzellen, die in der Entſtehung begriffen ſind, wahrnehmen laſſen (Fig. 9, pd^1, γ). Nach außen rückend werden ſie alsdann weiter, um zuletzt wieder zuſammengedrückt zu werden.

Eine Zeit lang fährt die Korkſchicht fort nachzuwachſen, und bildet ſich zu kleinen Schuppenmaſſen aus, die denen des Viburnum Lantana nicht unähnlich ſind. Schmalere Zellen bilden in ihnen Grenzlagen, welche die weiteren ſchichtenweis von einander ſondern.

Die jungen Zweige ſind nicht vollkommen ſtielrund. Man nimmt vielmehr auf ihnen etwas vorſpringende ſtumpfe Kanten wahr, welche dem primären Parenchym angehören. Sie beſtehen aus rings um den Stengel gruppirten längslaufenden Maſſen jenes röhrenzelligen Parenchyms, deſſen Zellen langgeſtreckt und mit dicken Wänden verſehen ſind (Collenchyma Schleiden). Einige von ihnen, an der Außenſeite gelegen, ſind mit rothgefärbtem Saft erfüllt, die anderen enthalten Chlorophyll.

Auf einem Querdurchſchnitt ſieht man dies Gewebe, deſſen enge Zellen ungefähr in peripheriſch laufende Reihen geſtellt ſind, ſich in breiten Halbmonden über das andere primäre Parenchym ausbreiten, das ſeinerſeits, aus weniger langen, weiteren Zellen beſtehend, eine ziemlich dicke Ringlage ausmacht.

Breite aber ſehr dünne bandförmige Bündel pflegen den erſten Kreis des Baſtes zu bilden. Sie treten ſpät erſt aus dem Cambialcylinder hervor, wenn das Holz ſchon in großer Mächtigkeit dargeſtellt iſt. In einem jungen Triebe, der ſchon drei Blattpaare entwickelt hatte, waren noch keine deutlichen Baſtzellen wahrzunehmen, außer allein am Grunde deſſelben.

Auf den erſten Kreis folgen in weiteren Zwiſchenräumen, die nur Parenchym enthalten, die ferneren, deren Bündel locker über den Cambiumring vertheilt ſind. Sie ſind häufig in peripheriſcher Richtung ſchmaler, aber in der Richtung des Radius dicker als die primären, und ihre einzelnen Zellen werden von denen des erſten

Digitized by Google

Ringes, die außerdem etwas flach gedrückt erscheinen, an Dicke übertroffen.

Das secundäre zwischen die Baststränge vertheilte Parenchym ist wiederum aus walzigen Zellen zusammengesetzt, zwischen welche vom Holz her schmale Markstrahlen eindringen.

Mit vorgerücktem Alter des Stammes beginnt die Borkausscheidung. Eine Lage von einigen Reihen weiter Korkzellen, die zumeist innerhalb des primären Bastringes zu entstehen scheint, stellt das erste Binnen-Periderma dar. Auch die folgenden, die wie gewöhnlich die jüngeren Bastschichten unregelmäßig durchkreuzen, sind von demselben weitzelligen Bau.

Bei den bis jetzt aufgeführten Gehölzen mit Schuppenborke findet eine andauernde Bildung von Bastbündeln zugleich mit secundärem Parenchym statt, wenn auch dieselbe in den folgenden Vegetationsperioden nicht immer eben so reichlich ist wie in der ersten.

Eine andere Reihe von Holzgewächsen hört nach dem ersten oder nach einigen Jahren gänzlich auf, Bast in ihrer Rinde zu erzeugen. Um so größere Mengen verdickter Parenchymzellen erscheinen dafür in ihnen, wie sie auch in jenen zum Theil bei vorschreitendem Alter zwischen den Bastgruppen entwickelt werden. Von solchen Bäumen mögen die folgenden zwei als Beispiele dienen.

11. Acer.

Von der Gattung Ahorn gehört eine Art, Acer campestre, ihrer Peridermbildung nach zu den sogenannten Korkbäumen, andere dagegen haben zwar erst eine glatte Korkhülle, zuletzt jedoch wahre Borke.

Bei Acer platanoides pflegen die Zweige erst im zweiten Jahre eine dünne Schicht von Periderma zu erzeugen, das aus einigen Reihen von Tafelzellen besteht, und während längerer Jahre an Dicke sehr wenig zunimmt. Erst mit vorgerücktem Alter wird es erheblich stärker, indem auch zugleich die einzelnen neugebildeten Zellen von größerem Durchmesser sind.

Digitized by Google

Das primäre Parenchym zeigt die gewohnten zwei unterscheidbaren Lagen ohne besondere Merkmale. Die ersten Bastbündel sind meistentheils breit, und ihr Querschnitt von halbmondförmiger Gestalt umwölbt die längslaufenden, halbrunden Cambialstränge. Auf diese folgt in nicht zu langen Zwischenräumen ein zweiter, ein dritter Kreis von Bast, dessen Bündel im Ganzen kleiner sind als die des ersten.

Aber nur wenige Jahre lang schreitet die Bastbildung fort, dann wird sie spärlicher und hört endlich ganz auf, so daß nur noch Parenchym aus der Außenseite des Cambiums hervorgeht.

In umgekehrtem Verhältniß zur Erzeugung des Bastes steht die von verdicktem Parenchym. Im primären Bastring treten die ersten Haufen desselben auf, in Reihe und Glied mit den Bastbündeln selbst. Dann werden nach innen zu in der secundären Rinde immer größere Mengen davon hervorgebracht und immer weniger Bast. Endlich sieht man sie schon in großer Nähe des Bildungsringes selbst aus dem secundären Parenchym entstehen, und zwar genau in der Ordnung und an der Stelle, an welcher sonst die Bastmassen zu erscheinen hätten. Ja sogar darin zeigen sie noch eine Aehnlichkeit mit diesen, daß ihre Gruppen in der Arenrichtung des Zweiges lang gestreckt, also strang- oder bandförmig sind, so daß man sie schon mit bloßen Augen, wenn man die Rinde der Länge nach durchschneidet, als braune Streifchen wahrnehmen kann.

Außerdem ist die Rinde von den Markstrahlen deutlich durchzogen, die im Alter zu breiten ansehnlichen Bändern anwachsen. Doch sind sie schon in der jungen Rinde leicht zu erkennen, indem sie viel Blattgrün zu enthalten pflegen.

Diese Eigenthümlichkeit beobachtet man auch in anderen Rinden nicht selten, jedoch laufen hier zwischen den Hauptmarkstrahlen auch noch schmale Bänder von Zellen durch das übrige Parenchym in peripherischer Richtung hinüber, die ebenfalls durch reichliches Chlorophyll ausgezeichnet sind, und ihrerseits wieder von kleineren Nebenmarkstrahlen rechtwinklig geschnitten werden. So wird dann die Masse des secundären Parenchyms von mehrfach sich kreuzenden grünen Streifen in kleinere Felder zertheilt.

Digitized by Google

Im höheren Alter erst wird Borke auf der bis dahin glatten grauweißen Rindenfläche bemerkt. Ein Stamm, dessen Durchmesser 1′ betrug, zeigte davon kaum die ersten Spuren. Die Borkschuppen, die selbst ziemlich dick sind, werden auch von starken Peridermzügen begrenzt, die aus abwechselnden Lagen hellerer und dunklerer Tafelzellen streifig geschichtet sind. Sie erinneren durch diese Anordnung an eine ähnliche Bildung in der Rinde der Birke.

18. Platanus.

(Fig. 22—26.)

Manche Eigenthümlichkeit bietet die Rinde der Platanen dar. Schon ohne genauere Zergliederung unterscheidet sie sich in ihrer Fortentwicklung wesentlich von den meisten anderen Bäumen, die bei uns zu finden sind.

Nachdem die Zweige einige Jahre von glattem Periderm umkleidet waren, macht sich schon bei oberflächlichem Beschauen die Bildung von Borkschuppen in auffallender Weise bemerkbar. Breite schalenförmige Stücke lösen sich ab, und werden mit gewisser Regelmäßigkeit abgeworfen, dergestalt, daß sich der Baum jedes Jahr mindestens einmal völlig entkleidet. Die todten, abfallenden Schuppen sind äußerlich dunkel von Farbe, und lassen unter sich ein neues Periderm erblicken, das zuerst oft grünlich, dann mehr weißgrau gefärbt ist, und hinter welchem die Bildung von immer neuen Schuppen ununterbrochen fortschreitet. Niemals häufen sich diese zu größeren unregelmäßigen Massen auf der Rindenfläche an, so daß, obgleich die Bildung der Borke sehr lebhaft von Statten geht, man doch zu keiner Zeit eine besonders dicke Lage derselben wahrnimmt. Auch die einzelnen Schuppen, die, je älter der Stamm, desto größer an Ausdehnung werden, sind verhältnißmäßig dünn, von ziemlich parallelen Flächen begrenzt, aber sonst von unregelmäßigen Umrissen.

Bei genauerer Untersuchung findet man nun, daß zunächst die jungen Zweige (Fig. 23) mit einer festen Epidermis bekleidet sind (e), die aus regelmäßig vierseitigen, verhältnißmäßig schmalen

Digitized by Google

Tafelzellen beſteht, und eine ſtarke Cuticula blicken läßt. Die Zellen erſcheinen oft von flüſſigem Inhalt rothbraun.

Unter ihnen beginnt das Periderm (p d), welches, wie es ſchon aus mehreren Gehölzen beſchrieben iſt, zu äußerſt eine Reihe weiter würfeliger Korkzellen zeigt, die mit denen der Epidermis ungefähr alterniren, und auf welche innen in mehreren Reihen dünnere folgen. Dies Periderm wächſt nun in gleicher Weiſe inwendig langſam nach, während es außen verwittert, ſo daß es keine große Stärke erreicht, und immer aus denſelben mittelmäßig dicken Korkzellen zuſammengeſetzt iſt.

Das primäre Parenchym (p r) beſteht aus nicht ſehr weiten Zellen, deren verſchiedene Lagen nicht erheblich von einander abſtechen.

Auf daſſelbe folgt ein einfacher Kreis von Baſtbündeln (l r), die, wie häufig, zwiſchen je zwei aus dem Holz vortretenden Hauptmarkſtrahlen (r) bogenförmige Gruppen bilden, welche ihre convere Seite nach außen kehren, und innen das nachwachſende ſecundäre Rindengewebe (p) umgrenzen. Bald macht ein einziges Bündel den Bogen aus, und hat dann einen halbmondförmigen Querſchnitt, bald ſind es deren mehrere. Mit dem Alter rücken ſie durch Vermehrung des Parenchyms, das ſie trennt, mehr und mehr aus einander, ſo daß zuletzt oft die größeren Gruppen ganz zu kleinen Bündelchen zerſpalten und im Parenchym zerſtreut werden.

Fernere Baſtbündel ſcheinen nach dieſem erſten Ringe niemals mehr erzeugt zu werden. Es vermehrt ſich alſo das ſecundäre Parenchym allein zu immer dickerer Schicht, deren Zellen ziemlich klein bleiben, und nicht in beſtimmte Ordnung geſtellt ſind. Nur die ſchon in der jungen Rinde ſehr kenntlichen Markſtrahlen (r) theilen ſie in größere Gruppen. Dieſelben beſtehen oft aus vier und mehr radial laufenden Reihen von Zellen, welche in derſelben Richtung geſtreckt und ziemlich gleichmäßig oblong ſind. Zwiſchen den Baſtbündeln nimmt dann der Strahl an Dicke zu, und geht allmälig in das primäre Parenchym über.

Mit vorrückendem Alter werden die Markſtrahlen immer brei-

Digitized by Google

ter, so daß sie schon ohne Vergrößerung auffallend genug erscheinen. Fig. 25 stellt einen Querschnitt durch einen Zweig, der einige Jahre alt ist, in doppelter Naturgröße dar. Man sieht aus dem innersten Holze her die Parenchymstrahlen, durch ihre helle Färbung ausgezeichnet, nach außen laufen. Anfangs nur schmal, erweitern sie sich auf ihrem Wege durch das jüngere Holz nach der secundären Rinde zu, werden in dieser am breitesten, und verlieren sich endlich im ähnlich gefärbten Ringe der primären Rindenschicht. Zwischen ihnen erblickt man dunkle Flecke, die um das Mark in concentrischen Kreisen stehen, und durch hellere Zonen von einander getrennt werden. Dies sind die doppelten Holzschichten der Jahresringe. Der vorletzte dunklere Ring ist die secundäre Rinde, und die äußerste Umfangslinie bedeutet das Periderma.

An den Wänden der Markstrahlzellen bemerkt man nun auch eine fortschreitende starke Verdickung (Fig. 22, r). Und eben so beginnt in der äußeren Rinde die Borkbildung.

Die ersten abgegrenzten Schuppen (Fig. 22) sind sehr schmal. Das Binnen-Periderm gleicht durchaus dem ersten Außen-Periderm. Beachtenswerth ist, was auch schon bei diesem wahrzunehmen, daß die zu einer Korkhülle gehörenden Zellen Lagen von verschiedener Färbung darstellen. Denn während die mittelsten Reihen jedes Periderms braun und fast undurchsichtig sind (p d, β), lassen die durchsichtigen und klaren äußeren Zellen einen grünlichen Schimmer blicken (p d, α), der auch zugleich das häufig grüne Aussehen der neuen Borkoberfläche veranlaßt. Dagegen sind wieder die innersten und jüngsten hell und farblos (p d, γ).

Uebrigens sind diese Peridermata nicht besonders dick. Dennoch bilden sie um die leichter zerstörbaren Parenchymmassen, wie auch die Abbildung (22, r h) zeigt, ziemlich dauerhafte Umfriedigungen (p d). Sie schneiden allmälig immer stärkere Schalstücke aus der Rinde, so daß diese stets im Verhältniß dünn bleibt. Die Figur (22) zeigt zugleich, wie der Bast durch die beginnende Abschuppung nebst der ganzen primären Rinde schon verschwunden, und nur kleinzelliges Parenchym noch zu sehen ist, das sich aus

Digitized by Google

dem Cambialring fortwährend erneut (p). Auch scheint bemerkenswerth, daß, wenngleich der Markstrahl ununterbrochen aus dem Holz in die Rinde übergeht, sich dennoch der hindurchsetzende Cambialring auch in ihm (r:c) kenntlich macht, indem hier die länglich vierseitigen Markstrahlzellen dünnwandig, zart und jung und offenbar in der Vermehrung begriffen sind.

Während aber die von den jüngeren Zweigen gelösten Borkschuppen zwischen ihren zwei Peridermlagen nur gleichmäßig rundzelliges Parenchym im vertrockneten Zustande blicken lassen, das anfänglich höchstens von den wenigen Bastbündeln durchzogen ist, haben die Schuppen, die auf dem älteren Stamme entstehen, ein verändertes Ansehen.

Fig. 24 zeigt eine solche Borkschuppe eines alten Baumes quer durchschnitten in doppelter Naturgröße. Man nimmt kreuzweis laufende dunkle Streifen wahr, die längliche weiße Flecke zwischen sich lassen. Diese Flecke sind Stellen der Markstrahlen, deren Zellen stark verdickte Wände haben, und selbst in der vertrockneten Schuppe unter dem Mikroskop noch ein krystallhelles Ansehen behalten, während andere Zellgruppen des Strahles dünnwandig bleiben, und beim Absterben braun und weniger durchsichtig werden. Zugleich bleiben diese auch rundlich, während jene verdickten Zellen stark in radialer Richtung gestreckt sind (24, 26, p l).

Die Verholzung, die man schon früher beginnen sah, schreitet also nicht gleichmäßig durch den ganzen Markstrahl fort, und indem abwechselnde Stücke desselben an dieser Umbildung Theil nehmen, und andere dazwischen liegende fast unverändert bleiben, und im trockenen Zustande dem übrigen secundären Parenchym ganz ähnlich sehen, so entsteht eben die eigenthümliche Zeichnung, die der Durchschnitt darbietet. Die dunklen in der Richtung des Radius laufenden Linien werden durch die Streifen secundären Parenchyms gebildet, die zwischen den Markstrahlen liegen (Fig. 24, p), wogegen die peripherisch ziehenden braunen Zonen durch die nicht verholzten Zellgruppen des Strahles selbst veranlaßt werden Fig. 24, r).

Man findet diese Anordnung, wenn auch nicht überall mit

Digitized by Google

vollendeter, so doch meist mit ziemlicher Regelmäßigkeit wieder, und sehr deutlich pflegen schon bei flüchtigem Anblick die verdickten weißen Zellhaufen in der braunen vertrockneten Masse hervorzutreten. Die Zahl der Kreuzlinien aber in verschiedenen Schuppen folgt keinem Gesetze.

Also auch in der Platane wird der Bast, dessen Entwicklung zu Ende ist, wenn sie begonnen hat, späterhin durch verholztes Parenchym gleichsam ersetzt, welches hier freilich auf andere und eigenthümliche Weise vertheilt ist, und dadurch der Rinde dieses Baumes ein charakteristisches Ansehen gewährt.

Die Korkhüllen sind auch auf den Schuppen der alten Stämme noch denen der ersten Borkstücke im Allgemeinen gleich.

C. Rinde mit Ringelborke.

Mehrere Gehölze, vorzugsweise klimmende Sträucher, lassen in der Entwickelung ihrer Rinde eine auffallende Regelmäßigkeit wahrnehmen, die sich nicht blos auf das Verhältniß zwischen primären und secundären Rindengliedern, und auf die Entstehung des ersten Korkes bezieht, sondern welche das Nachwachsen und Ergänzen der secundären Schichten in allen ihren Theilen während der ganzen Lebensdauer der Pflanze begleitet.

Wenn sonst die Borkbildung dadurch vor sich geht, daß einzelne verschieden geformte Rindenabschnitte, durch Korkgrenzen von dem Uebrigen getrennt, hier und dort, wie es gerade trifft, entstehen, und zwar ohne Unterbrechung vermehrt, aber doch regellos angehäuft werden, so findet hier die Absonderung der alten Rinde zu Borke nach bestimmterem Plane statt.

Periodisch erscheinen Peridermata, die vollständige Ringschichten bilden, und die von der inneren Rinde immer die äußerste Lage als vollständig cylindrisches Blatt ringsherum abschneiden, und es dem Vertrocknen überlassen. Die Zahl und Folge dieser concen-

Digitized by Google

trischen Korklagen ist nach den einzelnen Pflanzen verschieden, folgt aber für jede Art ihrem festen Gesetz.

Die abgeschiedenen Ringblätter der Rinde selbst, deren erstes mindestens die ganze primäre Parenchymschicht, meist aber noch etwas von der secundären Rinde umfaßt, zeigen auch in Bezug auf die innere Anordnung der Gewebe, aus denen sie zusammengesetzt sind, eine vollkommnere Regelmäßigkeit.

Gruppen von Bast- und Parenchymzellen kehren in bestimmter Vertheilung mit jeder neuen Ringschicht gleichmäßig und in stetiger Folge wieder. Oefter sogar ist eine bestimmte Beziehung ersichtlich, in der die entstehenden cylindrischen Rindenlagen zu den Vegetationsperioden überhaupt stehen, so daß sie den Jahresringen des Holzes alsdann durchaus entsprechen.

Die folgenden Pflanzen zeigen diese regelmäßigere Art der Rindenentwickelung in besonderer Vollkommenheit.

18. Vitis vinifera.

(Fig. 29—32.)

Schon die äußere Betrachtung der Rinde des Weinstocks deutet auf manche Eigenthümlichkeit in ihrem Bau und ihrem Wachsthum hin.

Die junge Rebe besitzt eine grüne, gewöhnlich völlig glatte Oberfläche, auf der nur zuweilen schwach hervorragende Längsstreifen sichtbar sind. Mit Ablauf der ersten Vegetationsperiode verliert sie das frische Ansehen, und nimmt eine gelbliche, röthliche, bräunliche Färbung an. Jene Streifen laufen nun deutlich als parallele Längserhabenheiten über die Oberfläche herab.

Gegen Ende des zweiten Jahres oder schon im Laufe desselben beginnt die braune Umhüllung locker zu werden, löst sich hier und da, zerschlitzt und zerfasert, und wird endlich früher oder später rings um die Rebe herum als dünnes Ringblatt abgeworfen. Dasselbe zeigt deutlich, daß es der Länge nach aus verschieden starken Streifen zusammengesetzt ist, aus dickeren, haltbaren und dünneren, leicht zerreißlichen, wodurch das Ganze das Ansehn von grobem Bast erhält.

Digitized by Google

Unter dem abgelöſten Rindenblatte iſt ſogleich ein neues vorhanden, das ſich äußerlich von dem erſten nicht weſentlich unterſcheidet.

Dieſelbe Erſcheinung wiederholt ſich ebenſo im folgenden und in den ferneren Jahren. Immer löſt ſich die Rinde, nachdem ſie ein Jahr der Rebe als Umhüllung gedient, als vollkommene, aber verhältnißmäßig ſchmale Ringſchicht ab, um unter ſich einer neuen, ähnlich gebildeten, Platz zu machen, die wiederum nur von derſelben Dauer iſt.

Aber nicht jede Rindenlage ſpringt alsbald gänzlich von der Rebe los. In ſpäterem Alter bleiben oft mehrere über einander haften, ob ſich gleich alle Jahr zu rechter Zeit die neue Schicht entwickelt. Dieſe alten abgeſtorbenen Rindencylinder bilden oft ſogar recht bedeutende Maſſen, beginnen alsdann auf der Rebe ſelbſt zu verwittern, und gewähren der Weinrinde nun das ſchmutzig borkige Anſehn, das ſie auf älteren Stöcken zu haben pflegt. Doch auch dieſe alte Borke zeigt noch immer die charakteriſtiſche Eigenſchaft, beim Zerreißen ſich in langen Faſern zu löſen. Sie läßt ſich auch ziemlich leicht von der Rebe, mit der ſie nicht mehr verwachſen iſt, trennen, und unter der ganzen Borkmaſſe kommt man alsdann auf eine glatte, braune Rindenfläche, wie man ſie auf der jüngeren Rebe während der erſten Jahre gewahrt.

Bei genauerer Unterſuchung ergiebt ſich nun, daß ſich die Ringblätter von den gewöhnlichen Borkſchuppen auffallend unterſcheiden. Dieſe ſind nämlich, wie es alle bisher geſchilderten Rindenarten gezeigt haben, ſtets nur Stücke, einzelne Abſchnitte der ganzen Rinde, die zwar alle Gewebeformen einſchließen, welche gerade in ihrem Bereich gelegen haben, dieſelben aber weder vollzählig, noch in regelrecht wiederkehrender Zahl zu enthalten brauchen.

Die Ringlagen der Weinborke jedoch bieten ſtets eine vollſtändige Reihe ſämmtlicher Rindengewebe dar. Jede einzelne zeigt alle Zellformen, die in der Rinde des Weines vorkommen, ohne Ausnahme. Jede bildet ein völlig geſchloſſenes Syſtem, deſſen Theile, auf das Regelmäßigſte angeordnet, Baſt, Parenchym,

Digitized by Google

Markstrahlen und schützendes Periderm erblicken lassen. Kurz, jede Ringlage für sich kann, wie ihre Anatomie lehrt, durchaus der Rebe als alleinige Rinde genügen.

Betrachten wir nun diese Verhältnisse in ihrer allmäligen Entwicklung im Einzelnen.

Wenn man eine junge Rebe, die im Triebe begriffen ist, nahe der Gipfelknospe der Quere nach durchschneidet, so erblickt man die Cambialstränge im Kreise um den weiten arenständigen Markkörper herumgestellt. Zwischen ihnen gehen von diesem aus die breiten primären Markstrahlen, welche die Stränge des Bildungsgewebes deutlich auseinander halten. Nach außen erweitern sie sich, und gehen unmerklich in das peripherische Parenchym über, das in nicht sehr mächtiger Schicht, aus dem Terminalcambium selbst hervorgegangen, die primäre Rinde ausmacht (Fig. 29, 30, pr). Um die gewölbte Außenseite der Bildungsstränge her stehen einzelne Zellen mit Stärkemehlkörnchen erfüllt, die sich in senkrecht laufenden Reihen durch die junge Rebe fortsetzen (Fig. 29, 30, a).

Schnell entwickeln sich nun aus dem Theile dieser Stränge, welcher dem Stengelumfang zugekehrt ist, weite Röhrenzellen, die sich bald zu einer starken, halbmondförmigen Gruppe vermehrt und ihre Wände etwas verdickt haben (lr'). Sie füllen genau den Raum aus, den sonst das primäre Bastbündel jedes Bildungsstrang-Systemes einnimmt, und verrathen dadurch zunächst ihre eigentliche Bedeutung. Denn wenn man sie später fertig gebildet in der Rinde erblickt, so könnte ihre abweichende Gestalt leicht zweifelhaft lassen, zu welcher Zellenart sie zu zählen seien, da sie von den gewöhnlichen Bastzellen durch viel bedeutendere Weite, durch dünnere Wände und durch geringere Länge erheblich abweichen. Sie erinnern fast an die eigenthümliche Form des röhrenzelligen, collenchymatischen Außen-Parenchyms, das ebenfalls oft bündelweis in der äußeren Rinde liegt. Aber bei genauerer Beobachtung beweisen auch ihre Gestalt und ihr Verhalten, selbst abgesehen von ihrer Stellung, daß es in der That, wenn auch absonderliche, so doch wirkliche Bastzellen sind.

Digitized by Google

Diese halbrunden Bündel des primären Bastes, mit denen zugleich die Markstrahlen (r) aus dem Bildungsring nachwachsen und sich verlängern, machen bald einen sehr bedeutenden Theil der jungen Rinde aus, und verursachen dabei zuweilen jene oben erwähnten flach erhabenen Streifen, die der Länge nach auf der Oberfläche der Rebe herablaufen. Sie sind das erste Gebilde der secundären Rinde, da sie aus dem seitlichen Bildungsgewebe stammen und nicht aus dem gipfelständigen, aber sie schließen sich von nun an in ihrem Verhalten der eigentlichen primären Rinde vollkommen an.

Sind die Erstlings-Bastbündel vollendet, so geht secundäres Parenchym (p) in schmaler Lage aus dem Cambium hervor, und nun liegen jene dicken Baströhren im gleichmäßigen sie rings umgebenden Gewebe von Rundzellen.

Und damit ist zugleich dies erste Rindensystem (Fig. 29, 30, 31, A—A), welches bestimmt ist, der jungen Rebe während des ersten Sommers zu dienen, vollendet und es beginnt allmälig die Bildung des zweiten (B—B).

So lange die erste Rinde vegetirt, bleibt die Epidermis (e) auch lebendig und saftig. Niemals bildet sich dicht unter ihr ein Periderma, niemals vertrocknet sie für sich allein. Sie vergeht erst, wenn die erste Rinde selbst überflüssig geworden und abgegliedert ist.

Mit dem Heranwachsen des zweiten Rindensystems bildet sich nämlich die erste Korkhülle (Fig. 29, 30, 31, pd') im secundären Parenchym, innerhalb des Kreises der ersten großen Bastgruppen, und trennt die ganze Erstlingsrinde mit einem Mal von den nachwachsenden Gebilden ab. Dies Periderm spannt sich in Bogen, deren Wölbung nach der primären Rinde schaut, von Markstrahl zu Markstrahl über das secundäre Rindensystem hinweg rings um die Rebe herum.

Die erste Rinde vertrocknet und bekommt jene gelbliche Farbe, welche der jährigen Rebe eigen ist. Aber diese selbst ist merklich dicker geworden, und der abgestorbene Rindencylinder, der sich or-

Digitized by Google

ganisch nicht mehr strecken kann, muß es mechanisch thun. Die Bastbündel halten fest und behaupten ihre Gestalt, und zeigen dadurch wiederum deutlich ihre Bastnatur (Fig. 30, lr'). Also muß das Parenchym zwischen und vor ihnen (Fig. 30, pr, r) nachgeben, es wird gereckt, halb und halb zerrissen, und bildet im abblätternden Rindencylinder die dünnen, leicht zerstörbaren Längsstreifen, während die derberen hauptsächlich von den sehr lang fortlaufenden geraden Bastbündeln ausgemacht werden.

Unter dieser allmälig absterbenden Erstlings-Hülle ist indessen eine fernere Rindenmasse (Fig. 29, 30, 31, B—B) aus dem Bildungsringe hervorgewachsen, und drängt die Ueberreste von jener nach außen. Bald hat sie die Dicke der ersten nicht nur erreicht, sondern übertroffen, und es sind in ihr alle verschiedenen Formen, sowohl Parenchym- als Bastgebilde, zwar zum Theil in veränderter Gestalt, aber in noch mannigfacherer Ausbildung zur Entwickelung gekommen. Am Ende der ersten oder am Anfange der zweiten Vegetationsperiode sieht man dies zweite Rindensystem saftig und lebensthätig die Rebe umhüllen, während es selbst seinerseits von den Resten des ersten außen noch bedeckt ist (Fig. 31, A—A, B—B).

Ein Querschnitt, um diese Zeit durch die ersten Glieder der Rinde geführt, gewährt durch die außerordentliche Regelmäßigkeit in der Anordnung seiner Zusammensetzungsstücke unter dem Mikroskop ein sehr zierliches Bild (Fig. 31). Die Markstrahlen (r), die das Holz durchziehen, setzen sich breit und scharf markirt durch die Rinde fort, und theilen dieselbe in einzelne größere Gruppen. Das Periderm (p d), welches das ganze neuere Rindengewebe umgiebt, zieht sich vor jedem Markstrahl auffallend in das Gewebe desselben hinein, und bildet so einen einspringenden Winkel, während es, wie schon bemerkt, zwischen je zwei Strahlen einen nach außen gewölbten Bogen beschreibt. An seiner hohlen Seite begleiten denselben ein Paar Reihen von Parenchymzellen, welche an den einspringenden Winkeln der Peridermschicht gleichsam aus dem Markstrahl selbst zu entspringen scheinen, und in der Richtung eben

Digitized by Google

dieſes Bogens lang geſtreckt eine unmittelbare Fortſetzung der Markſtrahlenzellen vorſtellen. So bietet der Peridermring das Bild einer Reihe von ſolchen Bogen dar, die auf den breiten Markſtrahlen wie auf Pfeilern ruhend die ſecundären Rindengruppen gewölbartig überſpannen.

Da nun die Strahlen nicht, wie ſonſt häufig, in der Richtung der Stengelaxe kurz abgeſetzt ſind, ſondern im Zuſammenhange lang durch die Rebe fortlaufen, ſo wird auf dieſe Weiſe das geſammte Gewebe, das zu einem Rindenſyſtem gehört, in einzelne außen convexe Längsſtreifen getheilt, zwiſchen denen Furchen herabziehen, die durch das Einſpringen des umhüllenden Peridermringes veranlaßt ſind. Dieſe Streifen und Furchen entſprechen dann in ihrer Stellung durchaus denen des erſten Rindengliedes, da die Markſtrahlen des einen ja die des anderen in derſelben Richtung fortſetzen.

Das Periderm ſelbſt beſteht aus tafelartigen, feinen, durchſichtigen Zellen, die oft ein grünliches Anſehen haben. Sie bilden keine allzu dicke Lage, verwittern außen zum Theil, wachſen aber innen nicht ſehr ſtark nach, weil ſie doch nach nicht zu langer Friſt durch eine ganz neue Korkhülle vollſtändig erſetzt werden ſollen.

Innerhalb des Periderms zeigt der Schnitt nun die ſecundären Gewebe in mehrfachen regelmäßigen Lagen auf einander folgend, jedoch iſt oft noch jede einzelne durch zwei Hauptmarkſtrahlen geſonderte Gruppe von einem Strahl zweiter Ordnung in zwei Unterabtheilungen zerſpalten (Fig. 31, r^2). In beiden erblickt man nun bandartige Bündel von Baſt (lr^2) mit ähnlichen Parenchymſchichten (p) wechſelnd parallel neben einander gelagert. Die Baſtzellen ſtehen in ihren Bündeln meiſt nach beiderlei Richtung in genauen Reihen, nicht ganz ſo regelmäßig ſind die anderen Zellen geordnet. Nach innen zu geht das ſecundäre Parenchym allmälig in das Cambium über, aus dem es entſtanden iſt.

Indem man nun nach außen blickt, wo ſich über jedem Peridermbogen die dicke Maſſe eines primären Baſtbündels (lr^1) zeigt, gewahrt man einen bedeutenden Unterſchied zwiſchen dem Baſt, den

Digitized by Google

dieſes enthält, und dem, der in der zweiten Rinde erzeugt iſt (Ir²). Nicht allein, daß die Geſtalt der ganzen Bündel und die Anordnung der Zellen in ihnen eine verſchiedene iſt, ſo ſind auch eben die Zellen von anderer Art. Während die primären Baſtröhren durch Weite, Dünnwandigkeit und Kürze auffielen, finden wir in den ſecundären die allgemeine und gewohnte Bildung wieder. Sie ſind eng, dickwandig, lang und dabei meiſt etwas flach gedrückt. Nur die regelmäßige Reihenſtellung haben ſie vor anderen voraus.

Die ſecundären Parenchymzellen (p) ſind von gewöhnlicher, walziger Geſtalt. Das primäre Parenchym (pr) iſt auf dieſer Stufe der Rindenentwickelung, wo es verzerrt und halb zertümmert die primären Baſtſtränge umgiebt, kaum noch zu erkennen, und die Epidermis pflegt garnicht mehr ſichtbar zu ſein.

Während ſo das zweite Rindenglied (B—B), — das erſte, welches gänzlich aus dem Bildungsring ſelbſt hervorgegangen iſt, — in der zweiten Wachsthumsperiode der Rebe die thätige Rinde derſelben ausmacht, und markwärts unter ſich einem dritten Syſteme nach und nach zur Entwickelung Raum giebt, bleibt jenes abgeſtorbene älteſte Syſtem (A—A) noch als geſchloſſener Borkenring um das Ganze her haften, und mag vielleicht das ſchmale Periderm in ſeiner Thätigkeit, die inneren lebendigen Gewebe vor dem Austrocknen zu bewahren, paſſiv unterſtützen.

Wie es nun von dem zweiten Gliede der Rinde ausführlich geſchildert iſt, ſo entſteht unter ihm alljährlich in ähnlicher Weiſe ein neues, und jedesmal ſtirbt das ältere ab, ſobald das jüngere zur Entwickelung gelangt iſt. Es bleibt jedoch gewöhnlich noch etwa ein Jahr lang ziemlich feſt um die Rebe haften, bevor es ganz zu zerreißen und ſich abzulöſen beginnt. Man pflegt daher, obſchon immer nur ein Rindenſyſtem in Lebensthätigkeit begriffen iſt, in der Regel deren zwei um jede Rebe zu erblicken, ein ſaftiges jüngeres und ein älteres vertrocknetes, und zwar abgeſehen von den Trümmern und baſtartigen Reſten der übrigen noch älteren, die außerdem auf mehrjährigen Reben überall zu treffen ſind. Doch häufen auch dieſe ſich nur ſelten zu bedeutenderer Maſſe an, ſo

Digitized by Google

daß, da das Lebendige selbst verhältnißmäßig nicht zu dick ist, die gesammte Weinrinde nur dünn erscheint.

Die Systeme, welche nach dem zweiten die ferneren Rindenjahrgänge bilden, sind durchaus nach demselben Plane wie dieses angelegt. Aber an Zahl und Stärke der einzelnen Zellgewebgruppen nehmen sie allmälig noch zu.

Die Fig. 32 stellt einen Querschnitt einer ungefähr vierjährigen Rebe vor, die von einem lebenden (D—D) und einem abgestorbenen (C—C) Rindenringe umhüllt ist. Der erste zeigt sich als eine etwas vollständigere Wiederholung des zweiten Systems, wie es Fig. 31 darstellt. Doch bemerkt man, daß die Markstrahlen (r) sowohl, wie auch das Periderm ($p\,d^3$) breiter geworden sind. Die einspringenden Winkel des letzten sind noch auffallender, so daß jede Rindengruppe nach außen stark gewölbt erscheint. Die sehr regelmäßig gestalteten Bastbündel ($1r^4$) wechseln in größerer Zahl, nämlich fünfmal, mit gleich starken Bändern von secundärem Parenchym (p) ab. Nach innen sieht man die Markstrahlen ununterbrochen und unverändert in den Holzkörper hinein fortsetzen.

Außerhalb dieses Ringes sind in dem Trümmerwerk des nächst älteren (C—C) noch einzelne Theile desselben zu erkennen. Je vier Bastbündel ($1r^3$) standen in einer Rindengruppe dieses Systems, die sich noch vor jedem Peridermbogen unterscheiden lassen. Doch sind sie schmaler als die jüngeren, letztentstandenen, wie es dem zu der Zeit, als sie vegetirten, noch geringeren Rebenumfang entspricht. Die Parenchymstreifen (p) jedoch und die Zellen der Markstrahlen (r) sind durch Zerreißen und Auseinanderzerren ziemlich unkenntlich gemacht.

Wir nehmen aber wahr, daß auch die einzelnen Längsstreifen der ferneren Systeme stets unter denen der älteren erscheinen, weil die Markstrahlen genau in derselben Richtung durch alle hindurch sich fortsetzen, wie dasselbe Verhältniß schon zwischen den ersten beiden Ringschichten stattfand. Nach und nach jedoch nehmen die secundär auftretenden Strahlen ebenfalls den Charakter der primären an, so daß die neuen Peridermata in Winkeln gegen sie einspringen.

Digitized by Google

So vermehrt ſich alſo die Zahl der erhabenen Längsſtreifen der Rindenoberfläche, wovon ja auch ein vergleichender Blick auf zwei verſchieden alte Reben leicht überzeugt.

Während der erſten Jahre werden die Rindenſyſteme, die ſich entwickeln, immer ſtärker, und die Zahl der abwechſelnden Schichten von Baſt und ſecundärem Parenchym wächſt. So zeigen Fig. 29 und 31 in dem erſten Rindenringe ein Baſtbündel und in dem zweiten in jeder Gruppe je zwei hinter einander. Fig. 32 dagegen läßt in zwei ferneren Jahrgängen vier und fünf auf einander folgende Baſtlagen zählen. Doch nehmen nun dieſe nicht ferner ſo zu, ſondern ſcheinen in dieſer Zahl ziemlich gleichmäßig wiederzukehren. Einzelne Abweichungen finden natürlich überall ſtatt, hervorgerufen durch verſchieden kräftige Vegetation, wie ſie in äußeren Verhältniſſen oder in der Eigenthümlichkeit der einzelnen Pflanze begründet iſt.

Im Ganzen aber erleidet das Entwickelungsgeſetz keine Ausnahme. Jahr für Jahr ſchafft ſich die Rebe ihre neue vollſtändig in ſich abgeſchloſſene Rinde, und läßt die Gebilde der früheren Zeit abſterben.

Die Rinde des Weinſtocks erſcheint demnach für die Rindenverhältniſſe im Allgemeinen beſonders lehrreich.

Unregelmäßig und zuweilen nur ſpärlich und langſam nachwachſend laſſen die meiſten anderen Rinden vergeblich nach einem beſtimmten Verhältniß ſuchen, in welchem die einzelnen hervorgebrachten Zuſammenſetzungsglieder zur Zeit ihrer Entwickelung und zu den Wachsthumsabſchnitten der ganzen Pflanze ſtehen. Hier beim Weinſtock dagegen ſehen wir in einer vorzugsweis kräftig und üppig vorſchreitenden Rindenbildung eine klar durchgeführte Periodicität.

Baſt und ſecundäres Parenchym, die ſonſt oft regellos und in ſehr veränderlichem Verhältniß zwiſchen einander erzeugt werden, ſondern ſich hier in ebenmäßig auf einander folgende Gruppen, ſogar die einzelnen Baſtzellen laſſen meiſt, was ihnen ſonſt nicht eigen iſt, eine Reihenſtellung wahrnehmen.

Digitized by Google

Die Markstrahlen bilden überall regelmäßige, starke Bänder, deren spätere Erweiterung in der Richtung des Umfangs durch das nur kurze Vegetiren jedes Rindenringes überflüssig gemacht wird. Ebenso scheint deßhalb ein Nachwachsen des Parenchyms, nachdem das Rindensystem einmal vollständig entwickelt ist, durch Zellenvermehrung überhaupt kaum noch stattzufinden.

Der Kork bildet weder ein für alle Mal eine auf der primären Rinde erscheinende allmälig nachwachsende Lage, noch entsteht er in unregelmäßigen Zügen in den secundären Schichten, welche bald dieses bald jenes Rindenstück lostrennen, sondern er tritt in zusammenhängenden Cylindern auf, deren je zwei jedesmal einen Rinden-Jahresring vollständig zwischen sich absondern. Jeder Jahresring wiederum ist ein vollkommen in sich abgeschlossenes Ganzes, außen von einer einzigen Peridermhülle rings umfriedigt, ohne ferner auftretende Binnen-Peridermata, und aus einer vollzähligen und ebenmäßig geordneten Reihe der wesentlichen Formelemente, aus Bast, cylindrischem Secundär-Parenchym und tafelzelligem Markstrahlgewebe, zusammengefügt.

Sehr deutlich erhellt auch hier die Bestimmung der primären Rinde, nur dem jungen, saftigen Triebe zu dienen, indem sie schon mit Ende des ersten Sommers zugleich mit den großen primären Bastbündeln, den ersten secundären Erzeugnissen, vollständig abstirbt, selbst ohne einmal ihre Oberhaut durch eine Korklage zu ersetzen. Die Rebe, welch im Herbst noch grün und saftig aussieht, d. h. deren primäre Rinde noch vegetirt, ist noch nicht reif, noch nicht im Stande, den Winter zu überdauern.

Ueberall wird in dieser Pflanze das unregelmäßige und örtliche Nachwachsen einzelner Zellgewebarten durch gänzliches Erneuern aller auf einmal ersetzt.

Man sieht mithin nirgends deutlicher als im Weinstock, wie mit dem Fortschreiten der Vegetation ebenso ein fortwährendes Nachwachsen der Rinde, wie des Holzes, nothwendig zusammenhängt. Zum Theil kaum ein Jahr alt, werden die Gewebe schon untauglich, Träger des Lebens der Pflanze zu sein, das Aeltere wird von

Digitized by Google

demſelben gleichſam verlaſſen, wird ausgeſtoßen, oder bleibt wenigſtens unbenutzt liegen. Neue Zellmaſſen müſſen immerfort in periodiſcher Folge entſtehen, um für die Fortentwicklung des Ganzen thätig zu ſein, und ſo ſind ſtets, während die ganze Pflanze dieſelbe bleibt, die einzelnen lebendigen Theile nach kurzer Friſt völlig neu geworden.

Es mag daher durch den inſtruktiven Bau der Weinrinde ihre ausführlichere Schilderung gerechtfertigt werden.

14. Caprifolium italicum.

(Fig. 10—14.)

Die Rinde des Geisblatts folgt im Allgemeinen demſelben Entwicklungsgeſetz, wie die des Weinſtocks, zeigt aber gleichwohl einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Es ſind nämlich ihre Rindenſyſteme viel weniger zuſammengeſetzt, jedes enthält die Hauptzellgewebe, die nothwendig ſind, in geringſter Formen- und Schichtenzahl bei einander, und ſtellt ſomit gleichſam eine Rinde dar, die nach Bau und Beſtandtheilen auf das einfachſte Verhältniß zurückgeführt iſt. Dabei macht ſich wiederum ein auffallender Gegenſatz zwiſchen den erſten und den ferneren Gebilden jeder Art geltend.

Das primäre Parenchym (Fig. 10, pr) geht ſchmal und nicht allzuviele Zellreihen ſtark aus dem Terminalcambium hervor, und beſteht aus ziemlich gleichmäßigen walzigen Zellen, deren äußerſte Reihe ſich zur Oberhaut (e) geſtaltet.

Auf ſie folgt ein ringsum ziemlich feſt geſchloſſener Ring von Baſtzellen (lr¹), die jedoch erſt an der Rindenſeite des Bildungsſtranges (c) ſichtbar werden, nachdem markwärts aus demſelben ſchon ein Paar Reihen von Gefäßen erzeugt ſind (lm¹, v). Waren ſchon in der Weinrinde die Baſtzellen der erſten Bündel auffallend von den ſpäter erſcheinenden verſchieden, ſo iſt das in dieſer Pflanze noch viel mehr der Fall. Die Zellen ſind ungemein weit, und ſtellen meiſt prismatiſche Röhren dar, welche ſehr unregelmäßig drei-, vier- oder mehrſeitig ſind (Fig. 12, lr¹), und im Vergleich mit anderem Baſt nur dünne Wandungen haben. Regellos zwi-

Digitized by Google

schen einander gedrängt bilden sie eine schmale, durchschnittlich zwei bis drei Zellen mächtige Lage. Ihr Querschnitt gewährt ein absonderliches Bild, und läßt beim ersten Erblicken die Natur der Zellen, die man vor sich hat, kaum errathen, und am meisten fallen sie auf, wenn sie schon vertrocknet, nach Ablösung des primären Parenchyms, auf der äußersten Grenze der Rinde sichtbar werden (Fig. 11, 12, lr'). Allein ihre ziemlich bedeutende Länge (Fig. 10, 11, lr'), ihre spitzen Enden und vor Allem die Art und der Ort ihres Entstehens, worin sie völlig mit allem anderen Bast übereinstimmen, lassen durchaus keinen Zweifel über ihre eigentliche Natur.

Die primäre Rinde (Fig. 10, 11, 12, A—A) selbst ist sehr vergänglich. Kaum ist der junge Zweig ausgewachsen und beginnt zu verholzen, so stirbt sie ab, und ist bald verschwunden. Vorher aber hat sich ein Periderma (Fig. 11, 12, pd') gebildet, welches unmittelbar oder doch nahe unter dem Ringe des Bastes in dem secundären Parenchym entstanden ist. Der Bast selbst fällt aber nicht alsbald, wie im Weinstock, zugleich mit der primären Zellschicht ab, vielmehr bleibt er, indem seine dauerhaften Zellen ziemlich fest aneinander halten, als beinahe geschlossene Scheide um den Zweig zurück. Nur hin und wieder reißen seine Fasern von einander, und lösen sich etwas, und oft kann man noch nach Jahren diese primären Baströhren als äußerste Hülle auf den ferneren Rindenringen, die dann auch zum Theil schon abgestorben sind, wiederfinden. Selbst gänzlich vertrocknet und leer behaupten sie ihre eigenthümliche Gestalt vollkommen, und machen sich dadurch überall leicht kenntlich.

Das erste Periderma (Fig. 11, 12, pd'), das auch hier niemals in der primären Rinde selbst erzeugt wird, besteht aus ziemlich weiten und feinwandigen Tafelzellen in mehreren Reihen.

Die ferneren Rindensysteme (Fig. 11, 12, A, B; 13, 14, D, E, F), die auf das erste folgen, sind wie jenes nur sehr schmal, werden jedoch während der ersten Jahre allmälig ein Wenig breiter. Jedes enthält außen eine Lage secundären Parenchyms (p) und innen

Digitized by Google

einen Kreis von Baſtbündeln, die beſonders in ſpäterem Alter des Stammes ſtark und von ziemlich regelmäßig prismatiſcher Geſtalt ſind (Fig. 13, 14, lr). Sie werden nur von äußerſt dünnen Strahlen aus kleinen Parenchymzellen von einander getrennt (r), ſo daß ſie feſte und haltbare Bänder bildend durch die Rinde herablaufen. Die Baſtzellen dieſer ſecundären Bündel ſind durchaus jenen erſten nicht ähnlich, ſondern gleichen durch Enge und Dickwandigkeit völlig der überall gewöhnlichen Baſtform.

Die Fig. 12 ſtellt einen Querſchnitt aus dem zweiten Rindenſyſtem dar, das auf einem jungen Zweige noch in der Entwicklung begriffen iſt. Es iſt erſt ſecundäres Parenchym (p) aber noch kein dazu gehöriger Baſt entſtanden.

Stärkere Hauptmarkſtrahlen, die Baſt und Parenchymmaſſen zu einzelnen größeren Gruppen ſonderten, finden ſich im Geisblatt nirgend. Die Ringlagen ſind ringsum gleichmäßig und von ziemlich glatter Oberfläche.

Die Rindenſyſteme vertrocknen im Allgemeinen ſchnell, und es iſt noch nicht ganz klar, ob alljährlich nur eines oder deren mehrere zur Entwicklung kommen. Die abgeſtorbenen bleiben in größerer Zahl auf der Oberfläche haften, ihr Parenchym wird durch das Nachdrängen der Schichten von innen her, zumal es nur dünnwandig bleibt, ſtark zuſammengedrückt, und bildet im vertrockneten Zuſtande ſchmale, braune, undurchſichtige Zonen (rh), zwiſchen denen in breiteren, hellen Ringen die Baſtbündel (lr) ſtehen, die durch größere Feſtigkeit dem Drucke widerſtehen und ihre Geſtalt bewahren.

Fig. 13 ſtellt einen Querſchnitt durch die innerſten Rindenringe eines älteren Zweiges dar, welcher dies Verhältniß wahrnehmen läßt. Die dunkeln Streifen ſind vertrocknetes Parenchym und Periderm (rh, pd), die in dieſem Zuſtande ſchwer zu unterſcheiden ſind, die helleren werden durch die durchſichtigen Bündel des Baſtes ausgemacht (lr).

Der innerſte Ring allein iſt noch lebendig, und Fig. 14 zeigt ein Stück daraus in ſtärkerer Vergrößerung. Es ſetzt ſich dieſer,

Digitized by Google

wenn man einen Durchschnitt durch mehrere Rindensysteme im Ganzen betrachtet, durch große Klarheit und Feinheit seiner Gewebe sehr auffallend gegen die vertrockneten Borkringe außerhalb ab. Das ganze secundäre Parenchym (p) ist durch kleine, helldurchsichtige und ziemlich dünnwandige Zellen ausgezeichnet. Sehr allmälig gehen dieselben nach innen zu in die Cambialzellen (Fig. 12, p—c) über, und übertreffen im Durchmesser die Bastzellen kaum. Dazu kommt, daß sie in den radial verlaufenden Reihen, in denen sie im Bildungsringe erzeugt werden, fortwährend verharren. Aus diesem Grunde schließen sie sich auch außen so allmälig an die ebenso geordneten Zellen des Periderms an, mit denen sie an Klarheit und Feinheit fast wetteifern, daß es auf dem Querschnitt zuweilen schwer hält, sie von diesen zu unterscheiden (Fig. 12, p—pd'). Nur sind die Korkzellen weniger rund, als die des Parenchyms. Auf dem Längsschnitt dagegen (Fig. 11) ist der Unterschied überall klar, da das Periderm (pd') stets durch seine kurzen Tafelzellen vor den walzigen Zellen dahinter (p) scharf abgesetzt ist.

Es laufen also die radialen Zellenreihen, mit Ausnahme der Bastbündel, durch die ganze Dicke eines Rindensystems bis ins Cambium hinein mit ziemlicher Genauigkeit fort. In diesem selbst hat man öfter Gelegenheit, die jungen Bastzellen aus den Bildungszellen entstehen zu sehen, indem sie, noch mit diesen in Reih und Glied stehend und an Durchmesser nicht verschieden, ihre Wände allmälig verdicken.

Die feinen Korkzellen, die freilich für keine lange Dauer bestimmt worden, sind nicht besonders fest. Außen verwittern sie bald, und so geschieht es, da sie stets ziemlich dicht unter dem Bastringe jedes Rindensystems zum Vorschein kommen, daß die einzelnen Borkringe sehr oft dicht hinter den Bastbündeln sich von den nächstfolgenden lösen, wie es auch die Fig. 13 andeutet. Selbst das innerste und jüngste Rindensystem reißt, wenn man einen Querschnitt durch Rinde und Holz zugleich machen will, außerordentlich leicht an der äußeren Grenze des Bildungsgewebes los.

Kaum irgendwo möchte die lebendige Rindenschicht aus einer

Digitized by Google

ſo ſchmalen Lage von Zellgewebe beſtehen, als im Geisblatt. Und obſchon oft ſehr viele Borkringe den Stengel zugleich umgeben, die jene vielmal übertreffen, ſo iſt doch ſelbſt die geſammte lebende und todte Rindenmaſſe nicht von bedeutender Dicke. Dies entſpricht freilich dem Wachsthum des Holzkörpers vollkommen, da ja die ganzen Stengel, wenn auch ſchon viele Jahre alt, doch nur ſchwach bleiben.

Es ſteht mithin die Rinde des Geisblatts in einem eigenthümlichen Gegenſatz zu der des Weinſtocks. Im Ganzen durchaus demſelben Entwicklungsgeſetz unterworfen, zeigt dieſe in ihren einzelnen Syſtemen die mannigfachſte Zuſammenſetzung und die zierlichſte Anordnung, während jene in außerordentlicher Einfachheit die beiden Hauptformen der ſecundären Rinde in gleichförmigem Wechſel, je einmal in jedem Syſteme, auf einander folgen läßt, durch ein ſchmales unſcheinbares Periderm umhüllt und geſondert. Obſchon daher von ſehr nahe verwandter Bildung, laſſen doch beide Pflanzen genug charakteriſtiſche Eigenthümlichkeit beobachten.

15. Clematis.

Auch mehrere[1]) kletternde Arten der Waldreben-Gattung, wie z. B. Clematis Viticella und Cl. Vitalba, entwickeln ihre Rinde im Weſentlichen nach dem in den vorigen Gattungen befolgten Plan, zeigen jedoch auch wieder bemerkenswerthe Abweichungen. Sie bieten eine dritte Ausführung des gemeinſchaftlichen Grundtypus dar, den wir ſchon von den beiden vorhergehenden Gattungen auf zweierlei Weiſe dargeſtellt fanden, und halten dabei zwiſchen beiden gewiſſermaßen die Mitte, indem ſie durch geringe Dicke der einzelnen Rindenſyſteme dem Geisblatt, durch ſcharfe Sonderung jedes Syſtems zu einzelnen Längsſtreifen dem Weinſtock gleichen oder denſelben ſogar noch bei Weitem übertreffen.

Betrachtet man eine Rebe dieſer Gewächſe, ſo fallen einem ſtarke, halbcylindriſche Längserhabenheiten auf, die von tiefen Fur-

[1]) Vielleicht alle?

Digitized by Google

chen getrennt auf der Oberfläche derſelben herablaufen, gewöhnlich etwa ſechs an der Zahl. Durchſchneidet man den Zweig, ſo zeigt ſich, daß ſein ganzer innerer Bau nach beſtimmter Symmetrie geordnet iſt. Ebenſo viel ſtarke, durch breite Markſtrahlen deutlich getrennte Holzbündel durchziehen ihn, zwiſchen denen ſich noch je ein ſchwächeres zu befinden pflegt. Vor jedem Holzbündel liegt ein rindenwärts ſtark gewölbter Bildungsſtrang, aus dem eben jenes erzeugt iſt.

Jeder dieſer Stränge iſt nun die Are eines jener halbcylindriſchen Rindenſtreifen, und zugleich der Bildungsheerd deſſelben. Betrachtet man einen Querſchnitt aus einer älteren Rebe unter dem Mikroſkop, ſo ſieht man die ſecundären Gewebe in Halbkreislinien um denſelben gruppirt. Die Gebilde je zweier benachbarter Bildungsſtränge hängen jedoch kaum, ſpäter meiſt gar nicht mehr mit einander zuſammen, indem die breiten Markſtrahlen, die urſprünglich aus dem Holz in die Rinde übergehen, nicht allein wenig oder gar nicht fortentwickelt werden, ſondern ſogar noch ſehr bald von außen herein durch die ganze Rinde hin, endlich bis in den Holzkörper ſelbſt völlig abſterben und vertrocknen.

Nur die primäre Rinde umgiebt das Ganze, obwohl auch ſie durch die erſten Baſtbündel ſchon an denſelben Stellen vor den Bildungsſträngen zu erhabenen Längsſtreifen aufgetrieben wird. Sie beſteht aus einer ſchmalen Lage enger Zellen, denen ſich verhältnißmäßig große, etwa halbmondförmige Baſtbündel anſchließen. Die Baſtzellen ſind prismatiſch, nicht allzu weit, und von dünnen Wänden. Durch ein ringsum laufendes Periderm getrennt, werden ſie mit dem primären Parenchym als erſter und vollſtändiger Borkenring getrennt.

Die erſte Korkhülle tritt ſchon in ihren Einbiegungen zwiſchen den Bildungsſträngen bis dicht an den Holzkörper heran, ſo daß alle ferneren Gebilde vollſtändige Halbkreiſe beſchreiben müſſen. Es entwickeln ſich nun die einzelnen ſecundären Syſteme ähnlich wie beim Geisblatt. Jedes beſteht aus einer einzigen ſchmalen Schicht von Parenchym und einer ähnlichen von Baſt, der in

Digitized by Google

einige, — häufig zwei, — peripherisch gestreckte sehr schmale Bündel vertheilt ist. Die Zellen dieses secundären Bastes sind dickwandiger und mehr zusammengedrückt als die primären. Während diese Gewebe nun sehr dünne Lagen zusammensetzen, sind die Peridermata ihrerseits um so dicker, und bestehen zugleich aus fast würfligen Zellen. Um jeden Cambialstrang sind oft viele Rindenschichten zugleich zu bemerken, obgleich nur die innerste vegetirt.

Obschon nun die secundären Gewebe hier genau wie bei den vorigen in gesonderten Ringsystemen entwickelt werden, so sind sie doch durch das Fehlen der Markstrahlen dergestalt zerspalten, daß jeder Ring wiederum aus einer Anzahl von selbstständigen Bogenstücken besteht, deren Trennung von einander viel auffallender ist, als die der Ringschichten durch die Peridermata. Daher bilden auch die abgestorbenen Schichten, die dem Wesen nach durchaus eine Ringelborke darstellen, keine zusammenhängende Hülle, sondern einzelne, bastige Streifen.

Es erreicht mithin die Gliederung der Rinde in dieser Gattung einen besonders hohen Grad, wie man ihn bei einheimischen Gewächsen selten, öfter jedoch bei Gehölzen aus wärmeren Klimaten wahrnimmt.

An diese klimmenden Gehölzgattungen, deren Rinde in regelmäßigen und vollkommen in sich abgeschlossenen Jahresring-Systemen erzeugt, und dem entsprechend als Ringelborke in fortdauernd auf einanderfolgenden Lagen gleichmäßig abgeworfen wird, schließen sich einige andere Holzgewächse an, bei denen das Abstoßen der Rinde zwar ähnlich geschieht, ohne daß jedoch beim Nachwachsen das in jenen beobachtete Entwicklungsgesetz ebenso befolgt würde.

16. Ribes.

(Fig. 15—17.[1])

Die Gesträucharten, welche zur Gattung des Johannisbeer-Strauchs gehören, besitzen eine Rinde, die in ihrer ersten

---

[1]) Vergl. außerdem Fig. 34.

Digitized by Google

Vegetationsperiode der des Weinstocks und des Geisblatts entspricht, in den secundären Bildungen aber von allen bisher besprochenen Gewächsen abweicht.

Der äußere Anblick zeigt, daß, sobald der Zweig zu verholzen beginnt, seine äußerste Hülle ringsum trocken wird, der Oberfläche ein hellfarbiges Ansehen giebt, und sich dann nach und nach stückweis löst, und eine dunklere Korkhülle durchblicken läßt. Jenes ist die primäre Rinde, die zu einem Borkenringe vertrocknet ist. Jahre lang noch bemerkt man ihre Trümmer auf den älteren Zweigen und Stämmchen. Unter ihnen bleiben dieselben lange glatt, bis später einzelne dünne Schuppenstücke losspringen, die sich immer mehr häufen, und zuletzt die schwärzliche Oberfläche der alten Stämme sehr rauh und borkig erscheinen lassen.

Das Mikroskop zeigt nun, daß der junge, grüne Trieb von einer primären Rinde (Fig. 15, 16, pr) bedeckt ist, die aus ziemlich weitzelligem Parenchym besteht. Die äußere Lage desselben (pr') ist aus mehr oder weniger langen Walzenzellen zusammengesetzt.

Unter dieser Lage erscheint nun hier schon sehr früh eine Schicht von Korkzellen (pd) die tafelartig, jedoch ziemlich weit und feinwandig sind, in mehreren Reihen. Keine Bastzelle hat sich vorher aus dem Cambium erzeugt, um die Erstlingsrinde zu verstärken. Für sich allein wird der einförmige Parenchymring, nachdem er nur kurze Zeit vegetirt, schon innen von den folgenden Gebilden getrennt. Er ist daher, nachdem er abgestorben, auch wenig haltbar, sondern zerfällt leicht in kleine Bruchstücke.

Die Reihen der Korkzellen vermehren sich schnell, und sondern deutlich das secundäre Gewebe (p) von dem primären ab. Sie bleiben aber auch, wenn wir von der verschiedenen Gestalt der Parenchymzellen selbst absehen, das einzige Grenzzeichen dieser letzten. Denn wie vorher kein Bast entstanden ist, so suchen wir auch jetzt in der ganzen secundären Rindenmasse, so viel davon auch nachwächst, vergeblich nach einem ihm ähnlichen Gebilde.

Statt dessen sieht man, nachdem bald mehr bald weniger Lagen von Rundzellen aus dem Bildungsring hervorgetreten sind,

Digitized by Google

eine Reihe derſelben erſcheinen, die durch einen eigenthümlichen körnigen, undurchſichtigen Inhalt, deſſen Natur noch nicht klar iſt, ſich auszeichnet (o). Dieſe ſo erfüllten Zellen erſcheinen auf Quer- und Längsſchnitt genau in eine einfache Reihe geordnet, und ſondern ſomit die vor ihnen entwickelte Parenchymſchicht von den ferneren ab.

Nicht lange, nachdem eine ſolche undurchſichtige Zellenlage hervorgetreten, und wieder neues Parenchym auf ſie gefolgt iſt, ſieht man, nachdem ſie ſich eine kleine Strecke vom Bildungsheerde ſelbſt entfernt hat, aus dieſem eine zweite, völlig gleiche entſtehen, die der erſten nachrückt, und auf welche nun in ziemlich gleichen Zwiſchenräumen immer neue folgen (Fig. 17, o). Dieſe Räume ſelbſt ſind überall von den gleichmäßigen Walzenzellen des Secundär-Parenchyms (p) ausgefüllt, deſſen durchſichtige Geſammtmaſſe alſo von den ſchmalen dunklen Zellenlagen in parallele Schichtenblätter zerſchnitten wird. Dieſe ſelbſt erſcheinen in verſchiedenen Zweigen bald etwas breiter, bald etwas ſchmaler, zeigen jedoch meiſt eine Mächtigkeit von etwa drei bis vier Zellen. Die dunklen Zellenflächen entwickeln ſich nicht erſt ſpäter aus dem ausgeprägten Parenchym, ſondern laſſen ſich ſchon unmittelbar auf der Grenze des feinen Bildungsgewebes ſelbſt wahrnehmen.

Die Fig. 17, die einen Querſchnitt durch die Rinde eines älteren Stachelbeerzweiges darſtellt, zeigt dieſe Verhältniſſe auf einer etwas ſpäteren Entwicklungsſtufe. Zu äußerſt liegen die verzerrten Ueberreſte eines Stückes der primären Rinde (pr^1, pr^2), von der Oberhaut (e) noch bedeckt. Dann folgt das Periderm (pd), das außen zwar ſchon verwittert, von innen her aber zu einer breiten, hell durchſichtigen Zone herangewachſen iſt.

Dahinter liegen die Maſſen des ſecundären Parenchyms (p), deſſen äußerſte, älteſte Schicht auf dieſem Schnitte ziemlich dick erſcheint. Auch ſind ihre Zellen, um mit dem wachſenden Stengelumfang Schritt halten zu können, bedeutend erweitert.

Nun kommen die undurchſichtigen Lagen (o), als dunkle, ſelten unterbrochene Linien bandartig mit dem gewöhnlichen Parenchym wechſelnd. Es ſind ihrer ſchon vier entwickelt.

Digitized by Google

Zugleich läßt der Schnitt einen Markſtrahl (r) blicken, der mehrere Zellreihen breit bis zur älteſten Secundärſchicht durchdringt. Man ſieht nun, wie die dunklen Linien ſich in ſeiner Nähe nach innen neigen, mithin zwiſchen je zwei Strahlen nach Art von flachen nach außen gewölbten Bogen ausgeſpannt ſind. Am Markſtrahl ſelbſt hören ſie auf, jedoch iſt einige Mal beobachtet worden, daß der äußerſte dunkle Bogen vor dem Markſtrahl vorbei ſich fortſetzte, und in den gegenüber beginnenden überging, ſo daß dann auch der Strahl von dem davor liegenden Parenchym dadurch getrennt erſchien. Doch neigten ſich auch hier beide vereinigte Bogen zu dem Strahl hin einwärts, ſo daß ihre Verbindungslinie eine nach innen gewölbte Krümmung beſchrieb. Uebrigens ſetzen die Markſtrahlen nicht ſehr weit durch den Stengel abwärts fort, und betrachtet man einen auf dem Längsſchnitt, ſo zeigt ſich, wie die undurchſichtigen Zellenlinien ſich in ſenkrechter Richtung völlig ebenſo zu ihm verhalten, ebenſo, ſich nach innen neigend, in ihm endigen, wie es der Querſchnitt wahrnehmen läßt.

Mit vorrückendem Alter wiederholt ſich nun in immer gleicher Weiſe dieſelbe Gewebefolge. Je älter der Stengel, deſto mehr dunkle Flächen durchſtreichen ſeine ſecundäre Rinde, ſo daß ihre Zahl zuletzt ſehr bedeutend wird. Dennoch erhellt noch kein einfaches Verhältniß derſelben zu den Wachsthumsperioden. Sicher iſt jedoch, daß in einem Jahre mehr als eine gebildet werden können, ſo daß ſie alſo nicht etwa Jahresringe andeuten, wie ſie die Weinrinde beſitzt.

Zugleich geht außen immer mehr die letzte Spur der primären Rinde verloren, und die erſte Korkhülle nutzt ſich an der Oberfläche beträchtlich ab, verwittert und zerreißt zu Schuppenſtücken, welche unter dem Mikroſkop eine Bildung blicken laſſen, die mit den weiter oben von anderen Gehölzen geſchilderten Korkanhäufungen durchaus übereinſtimmt. Die Zahl der Korkzellenreihen wird ſehr beträchtlich, nur ſind die einzelnen Zellen zu ſchmal, um dem geſammten Periderma eine bedeutende Dicke zu geben.

Dieſe lebhafte Entwicklung eines maſſenhaften ſtark verwitternden

Digitized by Google

Periderms giebt der Außenseite der Rinde das oben erwähnte borkige Ansehen. Allein es sind auch wirkliche kleine Borkschüppchen, die im höheren Alter zwischen den Korklagen zu finden sind. Es ist freilich nicht leicht, sie dort nachzuweisen, denn die Schichten der an sich sehr zarten Korkzellen werden durch Verwitterung so undurchsichtig, daß man in der braunen vertrockneten Masse schwer erkennen kann, ob man Kork oder abgestorbenes Parenchym vor sich hat. Dennoch machen sich bei genauer Beobachtung kleine Gruppen des äußeren Secundär-Parenchyms, dessen Zellen ausnehmend in die Breite gezogen sind, zwischen ungemein dicken Schichten von Periderm kenntlich, zumal wenn man einen Schnitt mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die die zarten Wände der Korkzellen zunächst nicht angreift, sie aber weit und klar auseinandertreten läßt.

Während also der Strauch seine Erstlingsrinde schnell aufgiebt und zur Entwicklung fernerer Schichten schreitet, schützt er diese während vieler Jahre durch eine einzige fort vegetirende Korkhülle, und erhält sie dadurch unversehrt. Er verhält sich darin also anfangs wie der Weinstock, später eine Zeit lang ähnlich wie die Rothbuche. Dabei gewährt die secundäre Rinde eigenthümlicher Weise für sich allein, wenn die primäre schon gänzlich verschwunden ist, das Bild einer noch vollständigen aus allen Schichten bestehenden Rinde, indem ihr älteste, äußere, später weitzellige Lage fast wie das primäre Parenchym anzusehen ist. Man kann daher, wenn man die Entwicklung nicht von Anfang her verfolgt, leicht meinen, das Periderm habe sich zwischen einer Schicht primären Gewebes und der Oberhaut, wie es sonst so gewöhnlich ist, entwickelt, was jedoch in diesen Sträuchern niemals geschieht.

Es ist also die Rinde dieser Gesträuchgattung durch das gänzliche Fehlen des Bastes, an dessen Stelle kein ähnliches Gewebe, sondern nur jene dunklen Zellstreifen entstehen, und durch das nur einmalige Abwerfen einer Schicht von Ringelborke und die darauf folgende lebhafte Fortentwicklung eines Periderms, hinter welchem erst spät eine Borkbildung wieder eintritt, von scharf ausgeprägter

Digitized by Google

Eigenthümlichkeit. Dieſelbe iſt hier nach Beobachtungen geſchildert, die vorzugsweiſe an Ribes Grossularia, rubrum und aureum gemacht in der Hauptſache völlig übereinſtimmende Ergebniſſe lieferten. Von der beſonderen Reproduktionskraft des Parenchyms dieſer Gattung iſt ſchon oben (S. 34, 35) die Rede geweſen.

17. Melaleuca.

(Fig. 18, 19.)

Es dürfte nicht unpaſſend ſein, mit den bisher beſprochenen Gehölzen die Gattung Melaleuca zu vergleichen, welche ſich freilich jenen, die theils einheimiſch ſind, theils wenigſtens im Freien bei uns ausdauern, weder ihrem Vaterlande nach, noch auch ſonſt aus Gründen natürlicher Verwandtſchaft anreiht, die aber dennoch in ihrer Rindenbildung mit den zuletzt geſchilderten vieles Aehnliche bietet. Man kann dieſelbe hier freilich nur in Gewächshäuſern beobachten, doch werden die Stämme in dieſen alt genug, um mit Sicherheit vermuthen zu laſſen, daß ſie auf die letzte Stufe in ihrer Entwicklungsweiſe gelangt ſind.

Die jüngeren Zweige laſſen nichts Auffallendes wahrnehmen. Erſt ſind ſie ſaftig grün, dann zeigen ſie eine ziemlich glatte Korkoberfläche. Um ſo eigenthümlicher jedoch nehmen ſich die alten, mehrere Zoll ſtarken Stämme aus. Sie ſind von einer dicken Maſſe dünnblätteriger, abſonderlicher Borke umhüllt, die außen in breiten Lappen ſich löſend, locker um den Stamm hängt. Die einzelnen Borkblätter ſind hell gelblich oder bräunlich, papierartig aber weich und wie feines Leder anzufühlen. Zwiſchen ihnen werden auch wol braune Streifen von baſtartigem Gefüge ſichtbar. Dieſe Blätterborke verdankt ihr Entſtehen einer beſonders verſchwenderiſchen Korkerzeugung.

Die primäre Rinde iſt, wie die jungen Stengel überhaupt nur dünn ſind, ebenfalls eine ſehr ſchmale Lage. Die Fig. 19, welche einen Querſchnitt durch die ganz junge Rinde der Melaleuca hypericifolia darſtellt, zeigt, daß dieſelbe hier kaum vier Zellen mächtig iſt (pr). Dieſe ſind im Vergleich mit der secun-

Digitized by Google

dären Rinde weit, und werden von kleinzelliger Epidermis (e) umgeben.

Auf die Parenchym-Schicht folgt ein Kreis kleiner, unregelmäßiger Baſtbündel (lr'), hinter welchen ſogleich, ſchon im ſehr jungen Triebe, ein Peridermring von 4—5 Zellen Mächtigkeit (p d) ſichtbar wird. Die Zellen deſſelben ſind ziemlich würfelförmig, und obwohl ſie, auf dem Querſchnitt betrachtet, bei flüchtigem Anblick nicht erheblich von denen des ſecundären Parenchyms, die hinter ihnen ſtehen, abzuſtechen ſcheinen, ſo machen ſie ſich doch, wenn man ſie genauer und zwar beſonders längs durchſchnitten beſchaut, durch feinere Wände, genauere Anordnung, etwas größere Weite und vorzüglich durch ihr ſpäteres Verhalten als Korklage beſtimmt kenntlich.

Aus dem Erſcheinen dieſer Schicht erhellt alſo wiederum, daß die primäre Rinde in Verbindung mit dem erſten Baſtkreis und zugleich mit der Epidermis dem Vertrocknen anheimfällt, wie es ebenſo bei den vier vorhergehenden Gattungen beobachtet iſt.

Die ſecundären Parenchymzellen (p) ſind im jungen Zweige außerordentlich fein, und werden auch in älteren Stammtheilen nur klein angetroffen. Die Markſtrahlen, die ſpäter ſo grell hervortreten, ſind in der Jugend noch wenig deutlich.

Es wächſt nun zugleich mit dem Secundär-Gewebe das Periderm ſchnell und zu mächtiger Schicht heran, die während mehrerer Jahre die einzige Außenhülle bleibt, nachdem das primäre Syſtem als erſter Borkenring abgeworfen iſt. Zunächſt alſo erfolgt keine mit den Wachsthumsperioden wiederkehrende Bildung und Abgliederung fernerer geſchloſſener Rinden-Ringſyſteme, die etwa aus einer Gruppe von Gewebeformen nach Zahl und Folge beſtimmt angeordnet wären. Vielmehr wächſt zunächſt das ſecundäre Parenchym ſtetig nach, und erlangt eine nicht unbeträchtliche Dicke.

Dann endlich wiederholt ſich die Bildung von Borkringen. Aber dies geſchieht nicht ſo, daß ſich dicht beim Cambium ein Peridermring zeigte, der faſt die ganze zur Zeit vegetirende Rinde abgrenzte, und hinter ſich eine völlig neue erſcheinen ließe. Viel-

Digitized by Google

mehr muß die Erzeugung der Korklage in der Außengegend des saftigen Secundärgewebes erfolgen, weil stets die lebendige Schicht desselben sehr viel stärker ist, als jeder der einzelnen Borkabschnitte außerhalb, die auch unter einander keine regelmäßige Zunahme an Dicke blicken lassen. In der ersten Entstehung selbst hat ein Binnen-Periderma noch nicht bemerkt werden können, weil die Beobachtungen an dieser Gattung bisher nur im Winter gemacht sind.

Fig. 18 zeigt die Borkbildung im Querschnitt von einem älteren Aste der Melaleuca squarrosa. Man sieht die drei jüngsten Borkringe (rh^1, rh^2, rh^3), deren ältester (rh^1) nur zum Theil wiedergegeben, mit den abgrenzenden Peridermlagen (pd^1, pd^2, pd^3) und dem äußeren Theil der noch saftigen Secundär-Rinde (p). Die Borkstücke bestehen aus abgegliederten und halbverwitterten Parenchymmassen, in denen zahlreiche kleine Bastbündel (lr) zerstreut liegen. Obgleich zertrümmert, zeigt ihr Gewebe doch vollkommen die Uebereinstimmung mit dem innen liegenden noch lebendigen. In Letztem sieht man die kleinen Parenchymzellen (p) fast genau in radiale Reihen gestellt, mit Bastzellen (lr) vermengt, die bald in kleineren oder größeren Bündeln, bald einzeln stehen. Deutliche Markstrahlen (r), deren Spur noch durch die Borkringe hin zu verfolgen ist, durchziehen das Parenchym, durchschnittlich aus einer einzigen Reihe sehr weiter Zellen bestehend, die im Durchmesser sich gegen das Mark hin allmälig verjüngen.

Das Auffallendste in der Borke sind aber die im Verhältniß zu den schmalen Parenchymlagen (rh) ausnehmend starken Peridermata (pd). Ihre Zellen sind durch äußerst feine Wände ausgezeichnet, die zwar schichtenweis bald heller bald dunkler, aber doch im Allgemeinen sehr durchsichtig sind. Zudem sind sie sehr weit, zuerst würflig, später aber im trocknen Zustande vielfach zerfaltet und verdrückt. Sie setzen sich scharf gegen die dunklen Lagen des todten Parenchyms ab.

Von dem jüngsten Periderm (pd^3) sind die innersten Reihen noch saftig und in der Vermehrung begriffen, und ihre Zellwände daher etwas dicker. Außen vertrocknen die Korkzellen sehr schnell,

Digitized by Google

doch bleiben, wie gesagt, ihre Wände überall durchsichtig wie Glas. Man sieht in der Zeichnung, wie auch die weiten Zellen des Markstrahls zur Erzeugung der Korklage, die bei ihnen vorbei streicht, hinzutreten müssen, und wie die entstandenen Korkzellen diese Markstrahlzellen auseinander gedrängt, und die äußeren dem Absterben preisgegeben haben, nachdem sie schon erweitert waren; ein fernerer Beleg dafür, daß das Periderma erst spät in der Rinde, fern vom Bildungsringe, erzeugt sein kann. Die Peridermlagen scheinen übrigens keine schuppigen Stücke abzutrennen, sondern vollständige Ringlagen um den Stamm herum auszumachen.

Je älter der Ast oder Stamm, desto mächtiger werden die Schichten des Korkes, und erreichen auf alten Stämmen eine außerordentliche Dicke. Es hat daher zu einer Abbildung, die eine übersichtliche Darstellung gewähren sollte, hier nur die Rinde eines Astes von geringem Durchmesser gewählt werden können, weil der zu Gebote stehende Raum bei Weitem nicht ausgereicht haben würde, auch nur die Querausdehnung der bloßen Korklage eines einzigen Stamm-Borkringes im richtigen Verhältniß darzustellen. Dagegen bleiben die Parenchymlagen, die abgetrennt werden, stets ungemein schmal. Man hat oft Mühe, auf einem Durchschnitt die wenigen Bast- und Parenchymzellen unter den gewaltigen Korkmassen aufzufinden. Dazu werden die einzelnen Korkzellen immer weiter, und ihre ungemein feinen, glashellen Wandungen gewähren, wenn sie abgestorben und dabei auf das Mannigfachste gefaltet, über einander gepreßt und in einander geschoben sind, ein überaus fremdartiges und von allem anderen Kork völlig abweichendes Ansehen. Mit Mühe nur findet man ihre Reihenstellung heraus, und erkennt sie, einzeln gesehen, kaum für das, was sie sind.

Diesem eigenthümlichen Bau des Korkes und seiner Massenhaftigkeit verdanken die Borkblätter ihre lederartige, elastische Weiche. Bemerkenswerth ist auch, daß die Peridermlagen dieser Gehölze in sehr hohem Maße die Eigenschaft besitzen, der Benetzung vom Wasser zu widerstreben.

Wir haben also bei diesen Bäumen eine Art von Ringelborke,

Digitized by Google

die zwar an Regelmäßigkeit in ihrer Entwicklung der des Weinstocks, des Geisblatts und der Waldreben nachsteht, an Massenerzeugung jedoch dieselben weit hinter sich läßt. Stämme von etwa 30′ Höhe und 5″ Durchmesser[1]) sind mit einem ungefähr ¾″ dicken Borkkleide umhüllt, das aus sehr zahlreichen Ringschichten wie aus ebensovielen Lagen von feinem Leder zusammengesetzt ist.

Auch andere nah verwandte Gattungen derselben Familie scheinen eine übereinstimmende Borkbildung zu besitzen.

[1]) Melaleuca styphelioides im botanischen Garten zu Berlin.

Digitized by Google

III. Geſammt-Ergebniß.

Alle die Theile des dikotyledonen Stengels, welche außerhalb des Bildungsringes liegen, machen die Rinde aus. Dieſelbe enthält ſowohl Langzellen, als Rundzellen.

Die Langzellen treten in Geſtalt des Baſtes auf, und ſind gewöhnlich bündelweis vertheilt.

Die Rundzellen ſind verſchiedener Art. Die meiſten haben die gewöhnliche Form des Parenchyms, ſind rundlich, und zwar walzenartig, und bilden die Hauptmaſſe der Rinde. Andere ſind flach tafelförmig, und dann im Uebrigen an Stoff und Inhalt jenen erſten ähnlich, in den Markſtrahlen, oder in beiderlei Hinſicht verſchieden, in der Oberhaut und im Kork.

Dieſe Gewebearten folgen in ihrer Anordnung beſtimmten Geſetzen, und bilden verſchiedene Schichten oder Gruppen, deren eigenthümliche Natur in den gemeinſamen Wachsthumsverhältniſſen des geſammten Stengels begründet iſt. Denn die Rinde umfaßt ihrer Bedeutung nach nur die eine Hälfte der Stengelorgane, und alle die Theile, welche von ihr umhüllt werden, ſchreiten in ihrer Bildung, ob ſie gleich den Rindengeweben an Geſtaltung und Thätigkeit einerſeits entgegengeſetzt ſind, andererſeits doch in vollkommner Uebereinſtimmung mit ihnen vor. Beiderlei Theile haben gemeinſamen Urſprung und eine gemeinſame Quelle des Wachsthums. Jeder kann in ſeinem Bau nur richtig verſtanden werden, wenn

Digitized by Google

man ihn, seine Entwicklung schrittweis mit der des anderen vergleichend, als von jenem organisch untrennbar ansieht.

Die Zergliederung des Stengels, verbunden mit der Betrachtung seiner Entwicklungsgeschichte, führt in Bezug auf seine Zusammensetzungsglieder zunächst auf einen durchgreifenden Unterschied. Das ist der zwischen dem fortzeugenden Bildungs-Gewebe (cambium), und dem fertig gebildeten und gestalteten. Das erste hat die Aufgabe, fort und fort alle möglichen Zellformen, deren die Pflanze bedarf, aus sich selbst zu ergänzen oder neu hervorzubringen, das andere dient in seiner ausgeprägten Gestalt verschiedenen bestimmten Zwecken.

Das gestaltete Gewebe bildet die Hauptmasse so des Stengels wie der Pflanze überhaupt in allen ihren Theilen. Das Bildungsgewebe findet sich zwischen jenes vertheilt an bestimmten Stellen.

Die Spitze eines wachsenden Triebes besteht aus Bildungsgewebe, dessen Zweck das Fortentwickeln des Stengels in die Länge, das heißt die Erzeugung neuer Blätter und Stengelglieder über den alten ist. Seine Zellen sind von rundlicher Gestalt. Sie vermehren sich fortdauernd in der Richtung der Stengelare, die unteren Schichten erweitern sich, bekommen das Ansehen gewöhnlichen Parenchyms, und machen als solches zunächst gleichmäßig die Hauptmasse des jungen Stengels oder Zweiges aus. Die oberen bleiben stets in der Vervielfältigung begriffen, und behaupten die Spitze als das immer wieder in sich selbst verjüngte gipfelständige Bildungs-Gewebe (cambium terminale) des Stengels.

Aber nicht alle Zellen, die aus diesem sich erzeugen, werden zu fertigem Parenchym. Indem das Gipfelcambium sich erhebt, behalten einzelne Zellgruppen, die an seinem Umfange stehen, und sich strang- oder säulenartig über einander reihen, die cambiale Natur bei. Ihre Zellen strecken sich in die Länge, und verharren in steter Vermehrung. Sie entspringen aus dem Bildungsgipfel selbst, und unter demselben stehen sie im Kreise herum in der Masse des gestalteten Parenchyms. Nach oben setzen sie sich ohne Unterbrechung in die ebenfalls aus dem Umfange des Gipfelcambiums

Digitized by Google

sich erhebenden Blätter fort. Sie verrichten nun durch die Länge des Stengels die Thätigkeit der Forterzeugung, und können daher als Bildungsstränge[1]) (fasciculi cambiales, oder vielleicht einfacher chordae cambiales) bezeichnet werden.

Die Kreisstellung dieser Stränge schon scheidet das gesammte Parenchym in centrales und peripherisches. Jenes wird zum Mark, dieses zur Rinde. Aus den Parenchymstreifen zwischen beiden, welche die Bildungsstränge trennen, werden die Markstrahlen.

Aber die Sonderung in Mark und Rinde wird noch vollständiger, indem die dickeren Bildungsstränge durch schmalere Lagen feiner Zellen unter einander verbunden werden, die ebenfalls die cambiale Natur, d. h. die Fähigkeit der Neubildung, bewahrt haben. Durch diese Bänder von Zwischen-Bildungsgewebe (cambium interfasciculare s. interchordale) werden die Hauptstränge rings zum Kreise vereinigt, und es stellt sich auf diese Weise der vollständige Bildungsring (tubus cambialis) her. Dieser setzt sich also aus dem Gewebe der Bildungsstränge (cambium fasciculare s. chordale) selbst und diesem Interfascicular-Cambium zusammen, welche mithin beide gemeinschaftlich als seitliches oder ringständiges Bildungs-Gewebe (cambium tubulare s. cyclicum) jenem gipfelständigen (cambium terminale) entgegenstehen[2]).

Während so unter dem fortwachsenden Gipfel das bildende und das gebildete Gewebe auseinandertreten, gestaltet sich die äußerste Zellschicht des ganzen Stengels zur Epidermis.

Damit ist gleichsam der Urzustand des Stengels, wie er überall und aus jeder Knospe zunächst hervorgeht, gegeben. Auch das dem Samen entkeimte Pflänzchen zeigt ihn ebenso. Er enthält schon den ganzen Formengegensatz des späteren Stammes. Inneres

---

[1]) „Cambiumbündel," Schacht.

[2]) In Uebereinstimmung mit dem Ausdruck „Vegetationspunkt" könnten die erwähnten Theile Anspruch auf die Bezeichnung „Vegetationsstränge" (chordae vegetationis) und „Vegetationsring" (tubus vegetationis) machen.

Digitized by Google

und äußeres Parenchym, als Mark und Rinde, dienen der Bereitung der Säfte. Die Bildungsstränge leiten dieselben in ihren langstreckigen Zellen, doch sind die ausgeprägteren Formen der Langzellen noch nicht entwickelt. Die einfache Oberhaut, von der Cuticula bedeckt, umhüllt Alles, und schützt die Gewebe nach außen.

Jedoch unaufhaltsam schafft die Thätigkeit des Bildungs-Gewebes neue Zellmassen, die alten zu verstärken und zu ergänzen. Und somit bietet sich ein zweiter Unterschied der Gewebe dar. Alles, was aus dem Gipfelcambium abwärts, während dasselbe sich erhob, hervortrat, bildete den Jugendzustand des Stengels, gleichsam den primären Stengel, dessen Theile also Oberhaut, primäre Rinde und Mark sind, durchzogen vom Bildungs-Gewebe. Alles, was ferner aus diesem erzeugt wird, bildet die secundären Zusammensetzungsglieder des Stengels.

Alle secundären Gebilde im Ganzen betrachtet wiederholen den Formenunterschied, der schon in den Primärgeweben sichtbar war, zwischen Lang- und Rundzellen, aber sie entwickeln die gegebenen Typen zu höherer Vollkommenheit, jede Grundgestalt stellt sich in größerer Ausbildung und Formverschiedenheit dar, so daß eine viel bedeutendere Mannigfaltigkeit in den Geweben auftritt, und mit der vollkommneren Gliederung in den Gestalten zugleich eine entwickeltere Thätigkeit und eine höhere Lebensbeständigkeit des Ganzen erreicht wird.

Zunächst sind es die ausgeprägteren Formen der Langzellen, deren Erscheinen das Sekundärgewebe charakterisirt. Aber obgleich sie allesammt, Gefäße, Holzzellen und Bast, gleichmäßig secundären Ursprungs sind, so tritt doch in ihnen wieder überall sehr deutlich ein Unterschied hervor zwischen ihren zuerst erzeugten Bündeln und den später nachwachsenden. Nicht allein sind diese an Gestalt und Gruppirung meist verschieden, sondern es schließen sich auch jene ersten in ihrem ferneren Verhalten sehr gewöhnlich den Primärgeweben an, während die anderen von diesen abweichen. Man kann daher wiederum zwischen primärem und secundärem Holz und Bast in besonderem Sinne unterscheiden.

Digitized by Google

Abgeſehen davon ſind alles Holz und aller Baſt alſo ſecundärer Natur, und hängen mithin in ihrem Erſcheinen vollſtändig von dem Tubularcambium ab. Es entſtehen ſolche Gebilde nicht, als allein aus dieſem. Aber auch in dieſem treten die erſten ausgebildeten Langzellen ſtets und ausſchließlich nur aus den Bildungsſträngen hervor, ſo daß die ganze Gruppirung der ſecundären Gebilde der Vertheilung dieſer Stränge im Stengel folgen muß. Daher ſieht man auch niemals ein Baſtbündel vor der Mündung der Hauptmarkſtrahlen in der Rinde ſtehen. In innigem Zuſammenhang machte das primäre Parenchym faſt allein den jungen Stengel aus. In einzelnen Syſtemen dagegen treten die ſecundären Gewebe, von den Bildungsſträngen erzeugt, dazwiſchen, und treiben jenes auseinander, um ſich erſt ſpäter wieder zu größerer Einheit zuſammen zu ſchließen.

Zuerſt iſt es der Regel nach ein Bündel von Holz, das in der innerſten, dem Mark zugekehrten Kante des Bildungsſtranges erzeugt wird. Dann folgt ihm gegenüber auf der converen Außenſeite deſſelben ein Bündel von Baſt. Wie ſie beginnen, ſo fahren dieſe Gewebeformen ſich zu bilden fort, alle Langzellen, die markwärts aus dem Bildungsgewebe entſtehen, werden zu Holz, und die rindenwärts erzeugten zu Baſt.

Seitwärts werden aus dem Bildungsſtrange nie ausgeprägte Zellen hervorgebracht, vielmehr bleibt hier ſtets das Faſcicular-Cambium mit dem Interfaſcicular-Cambium in offener Verbindung, und erhält ſich dadurch die Möglichkeit frei, die fertigen Gebilde fortdauernd nach außen und innen zu drängen und ſtets neue hinzuzufügen, wodurch das Wachsthum von Rinde und Holz ein unbegrenztes wird. Und es liegt eben in dieſer ſeitlichen Offenheit der dicotylen Bildungsſtränge ein weſentlicher Unterſchied von denen der Monocotyledonen, welche ſich meiſtentheils ſchnell ringsum mit einem geſchloſſenen ſtarren Cylinder von Gefäßen, Holz- und Baſtzellen umgeben, und ſo ihrer eigenen Fortbildungsfähigkeit ſelbſt ein Ziel ſetzen.

Daher behält der dicotyle Cambialſtrang gewöhnlich eine etwas

Digitized by Google

gewölbte, flache, in die Breite gedehnte Bandgestalt, der sich außen dann ein halbmondförmiges Bastbündel und innen ein prismatisches Holzbündel anschließt.

Da nun Holz und Bast gemeinschaftlich dem Cambialstrang ihren Ursprung verdanken, so bilden sie mit ihm gewissermaßen eine Einheit, die von den Parenchymzellen der Hauptmarkstrahlen getrennt und in sich abgeschlossen ist, und deren Theile während des ganzen Lebens des secundären Stengels in merklich enger Beziehung zu einander verharren. Man kann sie als ein Bildungsstrang- oder Bündel-System (systema fasciculare s. chordale) bezeichnen. Gewöhnlich nennt man dies schlechthin ein Gefäßbündel (fasciculus vasorum). Doch ist diese Bezeichnung nicht ganz treffend, indem man bei ihr leicht an eine Anzahl von Gefäßen allein, und nicht an eine Vereinigung dieser mit Holz- und gewöhnlich auch Bastzellen und einem Strange von Bildungsgewebe, aus dem diese alle hervorgegangen sind, denkt.

Solche Bildungsstrang-Systeme enthält jeder Stengel in der Anzahl, die für die Blätter, die er trägt, erforderlich ist. Denn, wie schon von den entstehenden Strängen gesagt, so gehen nun auch die ausgebildeten Systeme ununterbrochen in die Blätter über, in denen man sie gewöhnlich mit allen ihren Theilen und Gewebsformen wiedererblicken kann. Daher sieht man die Strangsysteme in einfachster Zahl in dem Stengelgliede, das das oberste deutlich gestaltete Blatt oder Blattpaar trägt. Indem sich mehr Blätter ausbilden, lassen sich auch die zu ihnen gehörigen Stränge abwärts bemerken, indem sie im Interfascicular-Cambium zwischen den früheren, erst schwach und dann immer stärker, sichtbar werden. Sie treten genau im Kreise der älteren auf, laufen aber in der Regel nur einige Internodien weit durch den Stengel herab, und schließen sich dann von der Seite her jenen allmälig und völlig an, bis sie aufhören unterscheidbar zu sein.

Auch das Bildungsgewebe der Blattachsel-Knospen, die der junge Stengel überall entwickelt, steht mit dem gemeinschaftlichen Tubularcambium in ununterbrochenem Zusammenhang, oder ent-

Digitized by Google

springt vielmehr aus ihm als besondere seitliche Anhäufung (cambium axillare). Und wenn die Knospe sich zum Zweige entfaltet, so steigen ihre Holzbündel in den Holzcylinder des jährigen Stengels hinab, und stellen sich mit den älteren genau in denselben Kreis, sich denen vereinend, die zu dem Blatte gehören, aus dessen Achsel der Zweig erwachsen ist.

Alle später erscheinenden Adventiv-Knospen freilich können ihre Bündelsysteme nicht mehr in den ersten Kreis einordnen, der dann schon durch stärkere Lagen secundären Holzes vom Bildungsringe getrennt ist. Doch stammt auch ihr Cambium nur aus dem gemeinsamen erweiterten Tubularcambium, und das Holz, das sie später erzeugen, legt sich an der inneren Grenze desselben genau und unmittelbar an die Außenfläche des älteren Holzkörpers an.

Das Fascicular- und Tubular-Cambium aller Blätter, aller Zweige, junger wie alter, steht mithin durch die ganze Pflanze mit dem des Stammes in stetem und ununterbrochenem Zusammenhang, und demnach ebenso alle Gebilde des Holzes.

In der Folge der Entwicklung fügen sich an das primäre Holz immer nur wieder Holzgebilde, auf den ersten Bast aber folgen abwechselnde Lagen von Parenchym und Bast.

Das fernere Holz erscheint in immer breiteren, regelmäßigeren Lagen, drängt die Markstrahlen meist zu schmalen Bändern zusammen, und bald sind die Holzbündel sämmtlicher Bildungsstränge einander so nahe getreten, daß sie das Bild eines ringsum geschlossenen hohlen Cylinders darstellen. Doch die Erstlings-Bündel bleiben auf der inneren Fläche dieses Cylinders vereinzelt stehen, und lassen hier noch im vorgerückteren Alter die Zahl der Bildungsstrangsysteme erkennen.

Aber nur in verholzten Stengeln schließen sich der Regel nach die Holzmassen so eng aneinander. In solchen, die krautig bleiben, verharren sie stets deutlicher getrennt. Die schmalen Bänder des Interfascicularcambiums entwickeln das Markstrahlgewebe nach außen und innen fort. Doch giebt es Hölzer, in denen im Alter auch sogar diese Parenchymgrenzen zwischen den einzelnen Strang-Syste-

Digitized by Google

men ziemlich undeutlich und verwischt werden, während wieder in anderen dieselben stets durch auffallend breite Markstrahlen gänzlich von einander geschieden bleiben[1]).

Die Zellen des ganzen Bildungsringes fahren nun gemeinschaftlich in der Neubildung fort. Die Fasciculareambien lassen selbst in sich neue Markstrahlen secundären Ursprungs entstehen, welche die jüngeren Schichten, d. h. die äußeren des Holzes und die inneren des Bastes ferner in kleinere Gruppen zertheilen, aber niemals weder bis zum Mark innen noch außen bis zum primären Parenchym gelangen, also auch die zusammenhängende Einheit eines Fasciculariystems dem Wesen nach nicht stören. Doch laufen gewöhnlich mit der Zeit die Bildungsstränge mit dem Interfasicular-Cambium immer mehr zu einer ringsum gleich breiten Zone von Bildungsgewebe zusammen, in der man wenig oder gar nichts mehr von dickeren Strängen und dünneren Zwischenbändern erkennen kann.

Zuweilen unterbleibt die Erzeugung des Bastes an der Rindenseite des Bildungsstranges gänzlich. Doch ist dieser darum nicht unthätig, sondern es sind nun Parenchym-Massen allein, die er hervorbringt. Es erhellt hieraus, daß die Form des Bastes für die Lebensthätigkeit der höher entwickelten Pflanze keine unbedingte Nothwendigkeit sein kann, wie es die des Holzes ist, und daß das Parenchym auch allein hinreicht, die der Rinde zukommenden Functionen zu verrichten.

So entstehen nun nach und nach bedeutende Massen der secundären Gebilde, schieben sich zwischen die Theile des primären Stengelchens, und drängen sie ganz auseinander. Weit außen liegt die schmale Schicht des primären Parenchyms und in der Are der Cylinder des Markes, doch die stets sich im Cambium ergänzenden Markstrahlen verbinden noch beide. Bald wird die secundäre Ringschicht so dick, daß selbst die Erstlingsbündel des Bastes

[1]) Vgl. Schleiden, „Grundzüge" u. s. w., Bd. II, Morphologie des dikotylen Stengels, über die Stämme der Schlingpflanzen.

und des Holzes, weit vom Bildungsſtrang, mit dem ſie gemeinſchaftlich das jugendliche Strangſyſtem allein ausmachten, getrennt, das eine auf der Markgrenze, das andere in der Nähe des Stengelumfangs in großer Entfernung von einander zu finden ſind.

Unterdeß hat die primäre Rinde, dem wachſenden Umfang folgend, in peripheriſcher Richtung ihre Zellen geſtreckt und vervielfältigt. In der Richtung des Radius thut ſie es nicht, ſondern macht den Secundärgebilden Platz. Auch mit der Axe parallel vermehren ſich ihre Zellen nur in der erſten Periode des Stengelwachsthums. Die Epidermis hat ihr nicht folgen können, und der Stengel bedurfte daher eines Erſatzes dafür.

Dieſer iſt in Geſtalt der erſten Korklage erſchienen. Die äußerſten Zellen des Parenchyms ſind zu einem neuen Bildungsheerde für eine eigenthümliche Zellenart geworden, die durch ihre ganze Natur geeignet iſt, die lebendigen Gebilde kräftiger gegen außen zu ſchützen, als die ſchwache Epidermis. Ihre Wände ſind zwar gewöhnlich dünn und verwittern leicht, aber die lebhafte Nachbildung von innen her macht ihre Zerſtörung an der Außenſeite unſchädlich, und die eigenthümliche Korkſubſtanz, die chemiſch und phyſikaliſch[1]) ſich von den anderen Beſtandtheilen der Zellgewebe merklich unterſcheidet, befähigt ſie, die Verdunſtung zu hemmen, und ſomit die ſaftigen Gewebe in Vegetation zu erhalten. Die Korkzellen widerſtreben daher dem beſtändigen Austauſch der Säfte, weßhalb jede einzelne auch nur kurze Zeit lebendig bleiben kann.

Da ſolche Korkhülle im Bau und Wachsthum ſich anders verhält als die Epidermis, ſo wird ſie von derſelben auch unter dem Namen eines Periderma unterſchieden.

Sehr verſchieden iſt das Ausſehen dieſer Peridermata. Bald haben ihre Zellen dickere, bald äußerſt feine Wände, hier ſind ſie flach tafelförmig, dort weit würfelig oder vielflächig, in einer Rinde ſind ſie hell und durchſichtig, in der anderen von farbigem Inhalt

[1]) Vgl. Mitſcherlich, „Ueber die Zuſammenſetzung der Wand der Pflanzenzelle", Monatsberichte der Berliner Akademie, 1850, S. 102.

Digitized by Google

dunkel, ja oft liegen die verschiedensten Korkzellen-Arten in einer Rinde, oder sogar bandartig geschichtet in einem Periderma beisammen. Immer aber charakterisirt sie der Stoff, aus dem sie bestehen, die Art der Entwicklung und ihre regelrechte Anordnung. Denn wo sie auch im Parenchym zum Vorschein kommen, so werden die jungen Zellchen doch stets neben einander liegend in Reihen erzeugt, die auf die Richtung des ganzen Zuges etwa senkrecht verlaufen. So allein bleibt die innerste Reihe der Zellen, welche die Mutterzellen ausmachen, im Stande, fortwährend die Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu ergänzen.

Wo ein weitzelliges Periderm sehr verschwenderisch erzeugt wird, entsteht auf der Rinde jenes elastische Zellgewebe, das man im engeren Sinne Kork genannt hat. Ein solches Kork-Periderm (periderma suberosum) steht zu einem dünnen, rein tafelzelligen (periderma coriaceum)[1]), das die Rinde äußerlich glatt erhält, im schärfsten Gegensatz, doch gehen beide ohne feste Grenze in einander über.

Aber die secundären Gebilde sind bald unter dem Periderm soweit herangewachsen, daß der Stamm endlich der Primärschichten gänzlich entbehren kann, die auch zum Theil vielleicht mit der Zunahme des Umfangs nicht mehr Schritt zu halten befähigt sind. Denn diese Erstlingsgewebe enthalten nichts, was die späteren nicht dem Wesen nach zu ersetzen vermöchten, und nur wenige organische Formen sind ihnen allein eigen, wie manche abweichende Bastgestalten in einigen Gehölzen und in anderen gewisse Behälter für eigenthümliche Absonderungen[2]). Nur selten behält der Stamm daher während der ganzen Lebensdauer alle Gewebe in der Rinde unversehrt, deren Schutz dann eben so lange das einzig gebildete äußerste Periderma sein muß. In diesem Falle ist die Rinden-Production im Ganzen aber nur matt. Ist sie dagegen sehr leb-

[1]) Schacht nennt diese Form sehr treffend „Lederkork".

[2]) Vgl. Schacht, „der Baum", über die Harzbehälter in der primären Rinde der Nadelbäume.

Digitized by Google

haft, so gehen die primären Gebilde der Rinde schon ausnehmend früh verloren, indem das erste Periderma mit der Oberhaut zugleich auch das ganze primäre Parenchym aus dem lebendigen Verkehr der saftigen Gewebe ausschließt. Im Holzkörper bleiben die Primärtheile niemals lebendig.

Es genügt also auch für gewöhnlich die Erzeugung dieses einen Periderms, sei es dicht unter der Epidermis oder erst markwärts von der primären Rinde entstanden, auf die Dauer nicht. In den meisten holzigen Stengeln ist es vielmehr die Aufgabe des Korkes, in immer tieferen Schichten immer neue hautartige Hüllen herzustellen, um das äußere unnütz gewordene Gewebe auszutrocknen, und das jüngere, das ferner der Sitz der Rindenthätigkeit sein soll, zu schützen.

Dies geschieht nach verschiedenem Plan. Meist entstehen die Binnen-Peridermata (peridermata secundaria) in unregelmäßigen Zügen, verschieden gestaltete Stücke aus dem Rindenverbande lösend, bald bilden sie regelmäßige, concentrisch laufende Lagen. Im ersten Falle schließen die jüngeren sich stets auf ihrem ganzen Umfang genau an die älteren secundären oder an das erste Außen-Periderm (periderma primarium) an, im zweiten Fall bleibt jedes für sich, und bildet einen in sich selbst geschlossenen Cylinder (periderma cyclicum). Nach Form und Verlauf zeigen auch diese Korkhüllen in den verschiedenen Pflanzen mancherlei Abweichungen.

Ebenso sind mithin die abgetrennten Rindenstücke selbst, welche nun Borke (rhytidoma Mohl) heißen, und die in ihrer Gestalt von dem Zuge der Peridermata durchaus abhängen, verschieden gebildet, und wir können eine mannigfach, je nach der Gehölzart, geformte Schuppenborke (rhytidoma squamosum) von einer regelmäßigen Ringelborke (rhytidoma cyclicum) unterscheiden.

Aber auch außer bei diesem freiwilligen Abwerfen der äußeren Rindenlagen zeigt sich überall das Bestreben der Pflanze, bloßgelegte Gewebetheile mit dem dazu bestimmten Korkgewebe schützend zu

Digitized by Google

überziehen. Eine Epidermis kann nirgends wieder hervorgebracht werden, wo sie verletzt oder zerstört ist. Bei jeder Wunde, sei sie naturgemäß auf dem Pflanzenkörper entstanden, oder gewaltsam hervorgerufen, bildet sich ein Periderm in dem saftigen Parenchym, indem die äußerste Lage desselben geopfert wird. Nicht die Rinde allein, selbst das Mark kann solches in einzelnen Pflanzen erzeugen, überhaupt alles Parenchym, das lebenskräftig geblieben ist. Dagegen entsteht es nie in den Zellen des Holzkörpers oder des Bastes.

Dieses unregelmäßig entstandene Wund-Periderm (periderma vulnerarium) kann ebenfalls aus jeglicher Form der Korkzellen gebildet werden, doch findet man es in jeder Pflanze aus derjenigen bestehend, die derselben überhaupt eigen ist.

Der Gegensatz also, der schon im primären Stengelchen durch die Epidermis gegenüber dem primären Parenchym auftrat, nämlich der zwischen schützendem einhüllendem und eingehülltem Gewebe, findet sich in den secundären Gebilden, gegenüber den mancherlei Gewebeformen des inneren Parenchyms und des Bastes, von dem vielgestaltigen und doch überall dieselbe Natur bewahrenden Korkgewebe in höherem Maße ausgesprochen.

Unterdeß fährt, um die ausgeschiedenen und noch ferner auszuscheidenden Organe zu ersetzen, der Bildungsring in Erzeugung von immer neuen fort, und es treten in den secundären Schichten zugleich noch weitere Gegensätze auf. Der deutlichste aber bleibt immer der zwischen Bast und Parenchym. Die Gruppirung beider bietet die größte Abwechslung dar. In einer Pflanze entstehen beide Formen ebenmäßig, in einer anderen überwiegt die eine allein. Der Bast erscheint bald in vollkommener Regelmäßigkeit, bald regellos und sparsam, bald hört er ganz zu entstehen auf. Häufig weichen seine primären Bündel an Stellung und Zellform von den späteren ab. Niemals vermag er seine eigenen Zellen durch selbstständige Erzeugung zu vervielfältigen, und kann nur aus dem Bildungsgewebe ergänzt werden. Daher entfernen sich auch seine Gruppen mit dem Alter des Stengels immer mehr von einander. Seine

Digitized by Google

Zellen sind starr und unbildsam. Sehr selten auch nimmt er an dem Aufbewahren fester Inhaltsstoffe Theil.

Das Parenchym dagegen bewahrt im Allgemeinen einen lebhafteren Saftaustausch und mithin eine productivere Lebensthätigkeit. Es ist der Sitz des mannigfachsten Zellinhalts, und dient offenbar der Stoffwandlung vorzugsweise. Ihm allein liegt es ob, beim Anwachsen des Stammes in die Dicke durch Vermehrung seiner eigenen Zellen den Rindenumfang Jahre lang immerfort zu vergrößern. Aber nicht gleichmäßig nehmen alle seine Zellen an diesen Verrichtungen Theil, sondern man bemerkt zwischen ihren einzelnen Gruppen immer noch neue Unterschiede. Blattgrün, Stärkemehl und andere Dinge sind hier mehr in den Markstrahlen, dort mehr im dazwischen liegenden Gewebe, bald außen mehr und bald mehr nach innen angehäuft. Auch bleibt nicht jede Parenchymzelle gleich geeignet, die Rolle einer Mutterzelle zu übernehmen, und dadurch für die Erweiterung des Rindenkörpers zu arbeiten. Selbst in verschiedenen Lagen, die dicht bei einander liegen, wiederholt sich noch oft solcher Gegensatz, und auch die Markstrahlen theilen sich, je nachdem sie primäre oder secundäre sind, in die verschiedenen Thätigkeiten, wie besonders deutlich in den Fällen zu sehen ist, wo die später erfolgende Ausdehnung der Rinde in peripherischer Richtung vorzugsweise auf der Zellenvermehrung in den Hauptmarkstrahlen beruht, während die anderen die Fähigkeit dazu verloren haben.

Jene eine Bildung jedoch scheint im Allgemeinen in allen Gegenden des Rindenparenchyms, — mit Ausnahme einer Form, — erfolgen zu können, das ist die des Korkgewebes.

Diese eine Form dagegen verliert die productive Natur des Parenchyms ganz. Es sind die verholzten, knorpelhaft aussehenden dickwandigen Zellen, die haufenweis, regellos oder nach bestimmter Ordnung, zwischen den übrigen entstehen, und die sich ihrer Function nach dem Bast anschließen, indem sie wie er die Festigkeit der Rinde zu erhöhen scheinen. Eigenthümlicher Weise folgen sie auch in ihrer Stellung den Bastbündeln.

Während alle diese Zellformen, aus der peripherischen Seite

Digitized by Google

des Cambialringes erzeugt, die Rindenbildung fortsetzen, bringt seine centrale Zellschicht immer nur wieder die Bestandtheile des Holzes hervor. Einförmig und starr verlieren auch diese, wie der Bast, wenn sie ausgebildet sind, völlig die Fähigkeit, neue Zellen ähnlicher oder fremder Art in sich zu erzeugen. Allein, wenn auch einander im Ganzen stets ähnlich, haben sie dennoch der Zeit ihrer Erzeugung nach ein verschiedenes Ansehen, indem die Holzzellen schichtenweis bald dickere bald dünnere Wände haben, bald mehr bald weniger mit Gefäßen vermengt sind.

Fast überall sind daher im Holzkörper deutliche Jahresringe zu unterscheiden, deren die Rinde zu entbehren pflegt. Nur selten sprechen sich in ihrem Bau die Wachsthumsperioden deutlich aus. Allein wo dies geschieht, kann man dann auch in jedem Rindenringe alle nöthigen Gewebeformen vereinigt sehen, und zwar meist in großer Regelmäßigkeit. Jeder bildet für sich ein abgeschlossenes System (systema annulare), das zwischen zwei Peridermringen eingeschlossen wird. In solchem Fall pflegt nur ein Ring der Rinde lebensthätig zu sein.

Diese Bildung stellt die Rinde dann in sehr vollkommener Gliederung dar, die den höchsten Grad erreicht, wenn auch jedes Ringsystem noch durch Ausbleiben der Hauptmarkstrahlen in seine einzelnen Bildungsstrang-Systeme zerfällt wird.

So schreitet nun die Entwicklung der Rinde außen und des Holzes innen gleichmäßig Jahr aus Jahr ein fort.

Blicken wir noch einmal zurück, so sehen wir, daß nun die primären Theile beiderlei Art längst verdrängt, abgestorben und zum Theil verschwunden sind, während secundäre Gebilde, die sich erst zwischen jenen einschoben, allein den Stamm zusammensetzen, den man selbst daher den secundären Stengel nennen könnte. Viel größere Massen machen ihn aus und viel mannigfacher gegliederte. Ein dicker Ring von Holz ist an die Stelle der einzelnen Erstlings-Bündel getreten, eine mächtige Schicht von saftigem Parenchym und anderen Zellen hat die dünne Lage der primären Rinde ersetzt. Der Bildungsring bringt immerfort Neues hinzu,

Digitized by Google

nur wenige Jahrgänge markwärts und rindenwärts ſind Träger des Lebens, das alte Holz innen iſt ſaftlos und todt vom lebendigen Splint umſchloſſen, die älteren Rindentheile ſterben außen ab und verſchwinden zumeiſt: ohne Neubildung kein Leben, die ganze Pflanze bleibt dieſelbe, aber nur kurze Zeit vegetirt das einzelne Organ. Von der erſten Jugend bis zum reifen Alter hin vermehren ſich die Formen, vermehren ſich die Gegenſätze an Inhalt und Verrichtung der einzelnen Zelle.

Wie zuerſt das bildende Gewebe allem fertig geſtalteten entgegengeſetzt iſt, ſo ſtehen in dieſem letzten die ſchnell vergänglichen Erſtlings-Gebilde den beſtändigeren gleichſam reiferen Secundär-Schichten gegenüber. Auf beiden Entwicklungsſtufen theilen ſich die in ausgeprägter Geſtalt ſtarren, nicht fortzeugungsfähigen Langzellen und die bildungskräftigen Rundzellen in die verſchiedenen Thätigkeiten. Auf beiden Stufen treten die ſchützenden und umhüllenden Zellformen und die umhüllten auseinander. Die umhüllenden Gewebe erſcheinen auf dem primären Stengel als Epidermis im ſecundären als Periderma.

Keine der beiden Hauptformen kann jemals ganz fehlen. Weder bleibt irgendwo das ſaftige Parenchym nach außen hin entblößt, noch kann die Hüllſchicht allein, ſei ſie noch ſo mächtig, unmittelbar den Holz- oder Cambiumring umgeben. Daher iſt nur das Parenchym unmittelbares Produkt des Bildungsringes, und das Periderm ein ſpäteres Erzeugniß von jenem. Denn die geſammte Rinde dient nicht dem Schutze des Stammes allein, vielmehr iſt das Geſchäft ihrer Hauptmaſſe die Stoffbereitung. Daher ſtehen an Function Epidermis und Korkſchicht den anderen Rindengebilden ſo fern wie dem Holzkörper, und bilden mit ihnen nur eine ſcheinbare Einheit.

Das Parenchym iſt das weſentliche Gewebe der Rinde. Den jungen Stengel bildet es faſt allein, und nur die Bildungsſtränge verſehen in ihm den Dienſt der entgegengeſetzten Form der Langzellen. Aber Mark und primäre Rinde ſterben ab, und bis auf die Markſtrahlen enthält der Holzkörper kein eigentliches Parenchym

Digitized by Google

mehr. Dagegen bleibt auch der Baſt zuweilen in der Rinde aus, und dann ſetzen, wie das Holz aus Langzellen allein beſteht, nur Rundzellen die geſammte Rinde zuſammen. Alsdann iſt mit dem durchgeführten Formengegenſatz auch der Gegenſatz der Functionen am ſchärfſten und deutlichſten ausgeſprochen. Dennoch aber ſchreiten beide Theile vom erſten Entſtehen an in ihrem Nachwachſen aus dem gemeinſamen Bildungsheerd übereinſtimmend fort, und es entwickelt ſich die Rinde, ſo mannigfach auch ihre Bildung auf den erſten Blick erſcheinen mag, im Grunde nach einem ebenſo klaren und einfachen Geſetz, wie das iſt, dem der Holzkörper folgt.

So geſchieht es wenigſtens in allen Gehölzarten, die bisher genauer unterſucht ſind. Aber obſchon in anderen noch mancherlei im Einzelnen abweichende Verhältniſſe ſtattfinden können, ſo läßt ſich doch vorausſetzen, daß das Entwicklungsgeſetz, welches in Pflanzen aus ſo verſchiedener natürlicher Verwandtſchaft übereinſtimmend beobachtet iſt, auch eine allgemeinere Gültigkeit haben werde.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren haben folgende Buchstaben dieselbe Bedeutung:

e: Epidermis.
pd: Periderma, Korkschicht.
pr: Primäres Rindenparenchym.
pr^1, pr^2: Aeußere, innere Lage desselben.
lr: Bast.
p: Secundäres Parenchym.
c: Bildungsgewebe, Cambium.
lm: Holz.
v: Gefäße.
r: Markstrahlen.
m: Mark.
p. l: Verholzte Parenchymzellen.
rh: Vertrocknete Rindentheile, Borke.
A, B, C u. s. w.: Auf einander folgende Rindensysteme.

Die zu den Buchstaben gesetzten kleineren Ziffern 1, 2, 3 u. s. w. deuten die auf einander folgenden Altersstufen der Gewebetheile an, so daß 1 die primären oder doch die ältesten Gruppen bezeichnet.

Neben jeder Figur ist auf der Tafel die Vergrößerung, nach der sie gezeichnet ist, bemerkt.

Den einzelnen Erklärungen ist die Zahl der Seiten, auf denen sie genauer besprochen sind, beigesetzt.

Digitized by Google

Tafel I.

Tilia europaea L.

Fig. 1. Querſchnitt aus der Rinde eines jungen Zweiges (S. 4, 44).
Fig. 2. Radialer Längsſchnitt durch dieſelbe (S. 4, 44).
Fig. 3. Querſchnitt aus der Rinde eines mehrjährigen Zweiges (S. 20, 44).

Tafel II.

Viburnum Lantana L.

Fig. 4. Querſchnitt aus der Rinde eines jungen Zweiges (S. 14, 42).
Fig. 5. Radialer Längsſchnitt aus derſelben (S. 14, 42).
Fig. 6. Querſchnitt aus der ausgebildeten Korkmaſſe der älteren Rinde (S. 14, 42).
Fig. 7. Querſchnitt aus dem Kork eines jährigen Zweiges (S. 14, 42).

Acer campestre L.

Fig. 8. Querſchnitt aus dem Kork eines jährigen Zweiges (S. 14, 43).

Sambucus nigra L.

Fig. 9. Querſchnitt aus dem Kork eines mehrjährigen Zweiges (S. 14, 52, 53).
γ: in den Fig. 7—9, in der Bildung begriffene junge Korkzellen.

Tafel III.

Caprifolium italicum R. et S.

Fig. 10. Radialer Längsſchnitt durch die Rinde eines jungen in der Entwicklung begriffenen Triebes nahe der Terminalknospe (S. 7, 8, 71, 72).
$1r^1$: Die ſich bildenden primären Baſtzellen.
$1m^1$, v: Die erſten Gefäße des primären Holzbündels.
Fig. 11. Radialer Längsſchnitt durch die Rinde eines jährigen Zweiges (S. 71—75).
Fig. 12. Querſchnitt aus derſelben (S. 71—75).

Digitized by Google

Fig. 13. Querſchnitt durch mehrere Ringlagen der ältern Borke (S. 71—75).

Fig. 14. Querſchnitt aus der innerſten Ringlage derſelben (S. 71—75).

Ribes Grossularia L.

Fig. 15. Querſchnitt aus der Rinde eines jungen Zweiges (S. 78). o: Mit undurchſichtigem Stoff erfüllte dunkle Zellenreihen.

Fig. 16. Radialer Längsſchnitt aus derſelben (S. 78).

Tafel IV.

Ribes Grossularia L.

Fig. 17. Querſchnitt aus der Rinde eines älteren Zweiges (S. 77—82). o: Siehe Fig. 15.

Melaleuca squarrosa Sm.

Fig. 18. Querſchnitt durch die Borke und die äußere lebendige Rinde eines älteren Zweiges (S. 84, 85). pd^1—pd^3, rh^1—rh^3: Die drei jüngſten Peridermata und Borkringe.

Melaleuca hypericifolia Sm.

Fig. 19. Querſchnitt aus der Rinde eines jungen Triebes (S. 82, 83).

Tafel V.

Quercus tinctoria W.

Fig. 20. Querſchnitt aus der inneren Borke eines alten Stammes bis zur lebendigen Rinde (S. 27, 28, 48, 49).

Salix pentandra L.

Fig. 21. Querſchnitt aus der Borke eines alten Stammes (S. 27, 28).

Platanus occidentalis L.

Fig. 22. Querſchnitt der innerſten Borkſchuppe und der Rinde eines Zweiges (S. 27, 28, 58, 59).

Digitized by Google

Fig. 22. p d, α: Periderm mit grünlichen Zellwänden,
p d, β: mit dunkelen,
p d, γ: mit zarten, durchſichtigen Zellwänden, in der Entwicklung begriffen.

Tafel VI.

Platanus occidentalis L.

Fig. 23. Querſchnitt aus der Rinde eines jüngeren Zweiges (S. 56, 57).

Fig. 24. Querſchnitt einer Borkſchuppe des alten Stammes (S. 59).
p e: Aeußeres,
p i: inneres Periderm.

Fig. 25. Querſchnitt eines mehrjährigen Zweiges, vom Mark bis zur Rinde (S. 58).

Fig. 26. Eine Gruppe Parenchymzellen aus dem Markſtrahl der Rinde mit verdickten Wänden querdurchſchnitten (S. 23, 59).

Quercus tinctoria W.

Fig. 27. Eine Gruppe Parenchymzellen mit verdickten Wänden aus der ſecundären Rinde querdurchſchnitten (S. 23).

Salix pentandra L.

Fig. 28. Querdurchſchnittene Borkſchuppe eines alten Stammes in Naturgröße (S. 27, 28).

Vitis vinifera L.

Fig. 29. Querſchnitt aus der Rinde der jungen Rebe (S. 63—65).

Fig. 30. Radialer Längsſchnitt aus derſelben (S. 63—65).
a: in Fig. 29 und 30, Zellenreihen, die Stärkemehlkörner enthalten.

Fig. 31. Querſchnitt aus der Rinde der jährigen Rebe (S. 64—66).

Tafel VII.

Vitis vinifera L.

Fig. 32. Querſchnitt aus der Rinde der mehrjährigen Rebe (S. 68, 69).

Digitized by Google

Tafel VIII.

Calanchoë pinnata Pers. (Bryophyllum calycinum Salisb.)

Fig. 33. Senkrechter Schnitt aus der Blattfläche, parallel der Mittelrippe, durch die Vernarbungsstelle einer Wunde geführt (S. 33) (Vergr. $\frac{7,5}{1}$).

rh: Vertrocknetes Blattparenchym.

p. f: Blattparenchym.

chl: Chlorophyll-Körner.

f. v: Gefäßbündel.

Fig. 33 b. Das verwundete Blatt, um daran:

α—β, die Richtung des Schnittes zu zeigen.

Ribes Grossularia L.

Fig. 34. Längsschnitt durch die Axe eines geknickten und wieder vernarbten Zweiges (S. 34, 35).

lm': Primäres Holz des Zweiges, das vor der Verwundung gebildet war.

lm": Secundäre Holzlagen, die nach der Verwundung entstanden sind.

rh: Vertrocknete Rindenmassen.

o: Zellenreihen mit dunkelem Inhalt.

Fig. 34 b. Dasselbe in Naturgröße angedeutet.

Syringa persica L.

Fig. 35. Querschnitt aus einem vernarbten Zweige, dem ein Längsstreifen der Rinde herausgerissen war (S. 31, 32, 51) (V. $\frac{150}{1}$).

rh: Vertrocknete Rindentheile.

cl: Neuere Parenchymbildung des Cambiums.

Fig. 35 b. Der ganze Querschnitt der Wundstelle in dreifacher Naturgröße angedeutet.

β: Die Gegend des vergrößerten Schnittes.

Syringa chinensis W.

Fig. 36. Schnitt durch die Axe und die Gipfelknospe eines jungen Triebes (S. 6, 7) (Vergr. $\frac{1,5}{1}$).

Digitized by Google

Fig. 36. f^1, f^2, f^3 u. ſ. w.: auf einander folgende Blattpaare.
p. v: Vegetationspunkt.
v^1, v^2: Junge Gefäße der primären Holzbündel des erſten und dritten Blattpaars.
g: Axillarknospen.

Anmerk. Der Holzſchnitt des Umſchlages (von Schacht entlehnt) ſtellt einen Querſchnitt aus einem älteren Lindenzweige dar.

Druckfehler.

S. 1, Z. 7, von oben, ſtatt „daſſelbe“ und „es“ lies: „denſelben“ und „ihn.“
„ 2 „ 16 „ „ „ „anderer Forſcher“ lies: „anderen Forſchern.“
„ 11 „ 5 „ „ „ „der ſecundären Gebilde“ lies: „den ſecundären Gebilden.

Berlin, Druck von Guſtav Schade,
Oranienburgerſtr. 27.

Digitized by Google

Schriften,

welche im Verlage von G. W. F. Müller in Berlin
(Geschäftslocal: Unter den Linden 23, Privatwohnung: Bendlerstraße 37)
erscheinen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen sind:

Der Baum.

Studien aus dem Pflanzenleben.

Mit acht Lithographien, worunter vier in Farbendruck, und mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten

von

Dr. Hermann Schacht,

Ordentliches Mitglied der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Hamburg; Ehrenmitglied der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, des Apotheker-Vereins zu Hamburg, des naturwissenschaftlichen Vereins der bayrischen Pfalz; correspondirendes Mitglied der botanischen Gesellschaft zu Regensburg, der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt a. M. und der Société des sciences naturelles de Cherbourg.

gr. 8. br. (24—26 Bog.) 1853. Preis n. 3⅓ bis 3½ Thlr.

Inhalt.

1. Der innere Bau und das Leben der Gewächse. — 2. Der Pflanzenkeim und die junge Pflanze. — 3. Die Stammknospe und die Wurzelknospe. — 4. Der Stamm und die Zweige. — 5. Das Blatt. — 6. Die Wurzel. — 7. Das Holz und die Rinde. — 8. Die Blüthe und die Frucht. — 9. Der Baum und sein Leben. — 10. Der Wald und sein Leben. — 11. Der Wald und seine Bedeutung. — 12. Die Gesetzmäßigkeit in der Natur.

Die Prüfung
der im Handel vorkommenden Gewebe

durch das Mikroskop und durch chemische Reagentien.

Mit acht lithographirten Tafeln

von

Dr. Hermann Schacht.

gr. 8. (4¼ Bog. Text) 1853. Preis n. 1¼ Thlr.

Inhalt.

1. Der Gebrauch des Mikroskopes zur Prüfung der Gewebefasern. — 2. Die bisherigen Prüfungsmethoden zur Unterscheidung der Gewebe des Handels. — 3. Die Arten der zum Verspinnen benutzten Fäden und ihre Eigenschaften. — 4. Prüfung der Leinwand. — 5. Prüfung des Papieres. — 6. Prüfung des Wollengarns und der Wollengewebe auf eine Beimischung von Baumwolle. — 7. Prüfung des Seidenfadens oder der seidenen Gewebe auf Beimischung von Wolle oder Baumwolle. — 8. Bemerkungen über einige im Handel vorkommende Bastzellen.

Digitized by Google

DAS MIKROSKOP

und

seine Anwendung

insbesondere für Pflanzen-Anatomie und Physiologie.

Mit sechs lithographirten Tafeln

von

DR. HERMANN SCHACHT.

gr. 8. br. (12 Bogen Text.) 1851.

Preis n. 1⅔ Thlr.

Physiologische Botanik.

DIE PFLANZENZELLE

der innere Bau

und das Leben der Gewächse.

Für Botaniker, Anatomen, Chemiker, Forst- und Landwirthe, sowie für Naturkundige überhaupt.

Nach

eigenen vergleichenden, mikroskopisch-chemischen Untersuchungen

bearbeitet

von

DR. HERMANN SCHACHT.

Mit 390 mikroskopischen Abbildungen auf 20 Tafeln, deren 9 in Farbendruck.

gr. Lex.-Form. carton. (30 Bog. oder 60 Bog. kl. 4.)

Preis n. 6 Thlr. 20 Sgr.

Inhalt.

§. 1. Einleitende Bemerkungen. — §. 2. Die Methode der Untersuchungen. — §. 3. Die chemischen Grundstoffe. — §. 4. Die Zellenmembran. — §. 5. Das Protoplasma. — §. 6. Der Zellenkern. — §. 7. Der Primordialschlauch. — §. 8. Der Zellsaft und die in ihm enthaltenen Stoffe. — §. 9. Das Entstehen der Pflanzenzelle. — §. 10. Zellenbildung ohne Theilung des Primordialschlauches. — §. 11. Zellenbildung mit Theilung des Primordialschlauches. — §. 12. Das Wachsthum der Zellenmembran. — §. 13. Die Pflanzenzellen mit einander verbunden. — §. 14. Die Interzellularsubstanz. — §. 15. Das Interzellularsystem. — §. 16. Die Cuticula. — §. 17. Die Arten der Pflanzenzellen. — §. 18. Die Schwärmfäden der Kryptogamen. — §. 19. Die Sporen der Kryptogamen. — §. 20. Die Pollenkörner oder der Blüthenstaub der Phanerogamen. — §. 21. Die Zellen und das Gewebe der Pilze und Flechten. — §. 22. Die Zellen und das Gewebe der Algen. — §. 23. Das Parenchym und seine Zellen. — §. 24. Das Cambium und seine Zellen. — §. 25. Die Gefäfse der Pflanzen. — §. 26. Das

Digitized by Google

Holz und seine Zellen. — §. 27. Die Bastzellen. — §. 28. Die Oberhaut der Gewächse. — §. 29. Die Spaltöffnung. — §. 30. Die appendiculären Organe der Oberhaut. — §. 32. Der Verdickungsring. — §. 33. Die Gefäfsbündel im Allgemeinen. — §. 34. Die Gefäfsbündel der Kryptogamen. — §. 35. Die Gefäfsbündel der Monocotyledonen. — §. 36. Das Gefäfsbündel der Dicotyledonen. — §. 37. Stamm, Blatt, Wurzel, Knospe, Blüthe. — §. 38. Das Wachsthum der Pflanzen. — §. 39. Das Wachsthum der höheren Kryptogamen. — §. 40. Das Wachsthum der Monocotyledonen. — §. 41. Das Wachsthum der Dicotyledonen. — §. 42. Die Bewegung der Protoplasma. — §. 43. Die Aufnahme der Stoffe und die Wege der Saftführung. — §. 44. Die Verarbeitung der aufgenommenen Stoffe durch die Pflanzenzelle. — §. 45. Die Resorption. — §. 46. Die Secretion. — §. 47. Die Fortpflanzung durch Brutzellen. — §. 48. Die Fortpflanzung durch Sporen. — §. 49. Die Fortpflanzung durch Pollenschlauch und Embryosack. — §. 50. Der Tod der Pflanzenzelle. — Anhang, die Anwendung der Polarisation auf die Pflanzenzelle betreffend. — Tabellarische Uebersicht der Anatomie des Holzes einiger Coniferen. — Zusätze und Verbesserungen. — Erklärung der Abbildungen. — Alphabetisches Sachregister. — Alphabetisches Pflanzennamenregister. — Alphabetisches Figurenregister.

DARSTELLUNG
DER
NEUEREN FARBENLEHRE
und optische Untersuchungen
von
H. W. Dove,
Dr. und ordentlichem Professor an der Königl. Universität und Kriegsschule, Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Mit einem Portrait des Hrn. Verfassers und zwei lithograph. Tafeln.

gr. 8. br. (19 Bogen Text.) 1853.

Preis n. 1⅔ Thlr.

Der erste Theil der Schrift enthält eine populaire Darstellung der Farbenlehre nach den Principien der Wellentheorie im Gegensatze des Newton'schen Emanationssystems und bespricht aufserdem die Göthe'schen Ansichten über die Entstehung der Farben und ihr Verhältnifs zum weissen Licht.

Der zweite Theil enthält die Untersuchungen des Verfassers über Stereoskopie, über Entstehung des Glanzes, Polarisation des Lichts und subjective Farben nebst der Beschreibung der von demselben angegebenen optischen Apparate.

Portrait Prof. Dr. H. W. Dove's.

gr. fol. Preis n. 1 Thlr.

Es ist dies Portrait das ähnlichste bis jetzt erschienene und befriedigt allgemein.

Digitized by Google

Die Chemie

in technischer Beziehung.

Von

Prof. Dr. Friedrich Köhler.

Sechste umgearbeitete und sehr erweiterte Auflage.

gr. 8. (39¼ Bog.) 1849.

Preis n. 2⅓ Thlr.

UNTERSUCHUNGEN

über

DIE BRANDPILZE

und die durch sie verursachten

Krankheiten der Pflanzen

mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen.

Von

Anton de Bary.

med. dr.

Mit acht lithographirten Tafeln.

gr. 8. br. (9⅓ Bogen Text.) 1853. Preis n. 1⅓ Thlr.

Das Skelett

und

die vorzüglichsten Organe des menschlichen Körpers

in zweiundzwanzig Abbildungen nebst Erklärungen.

Für den Schulgebrauch.

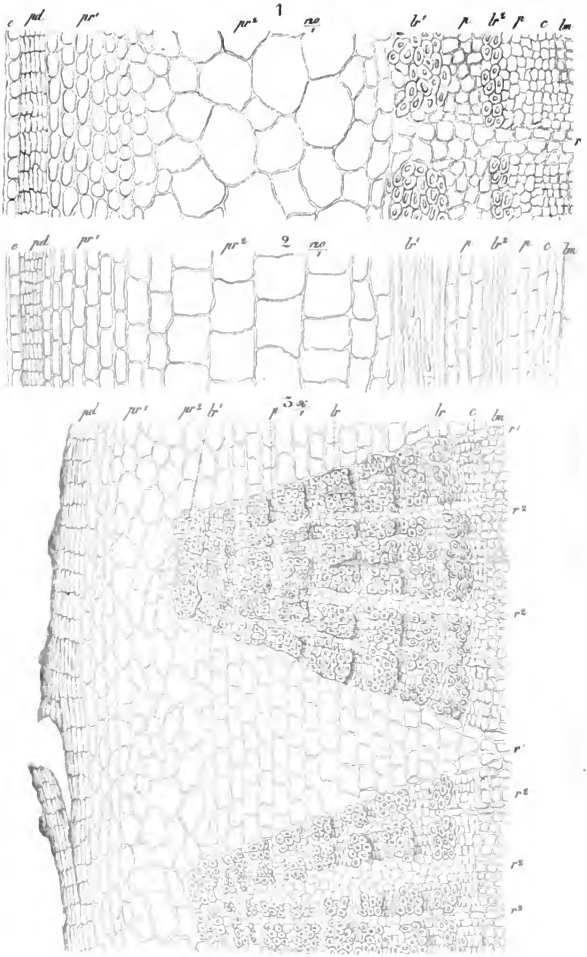
gr. 8. (1 Bog.) 1851. br. Preis n. 6 Sgr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel I.

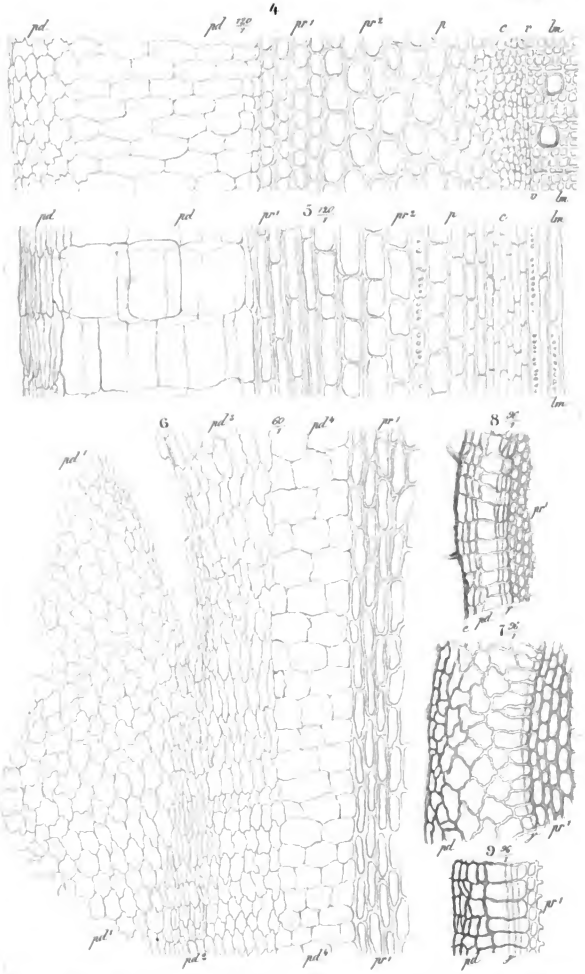


Nach d. Nat. gez. von Hanstein

Lith. Anst. v. J. Kaubke, Berlin

Digitized by Google

Tafel II.



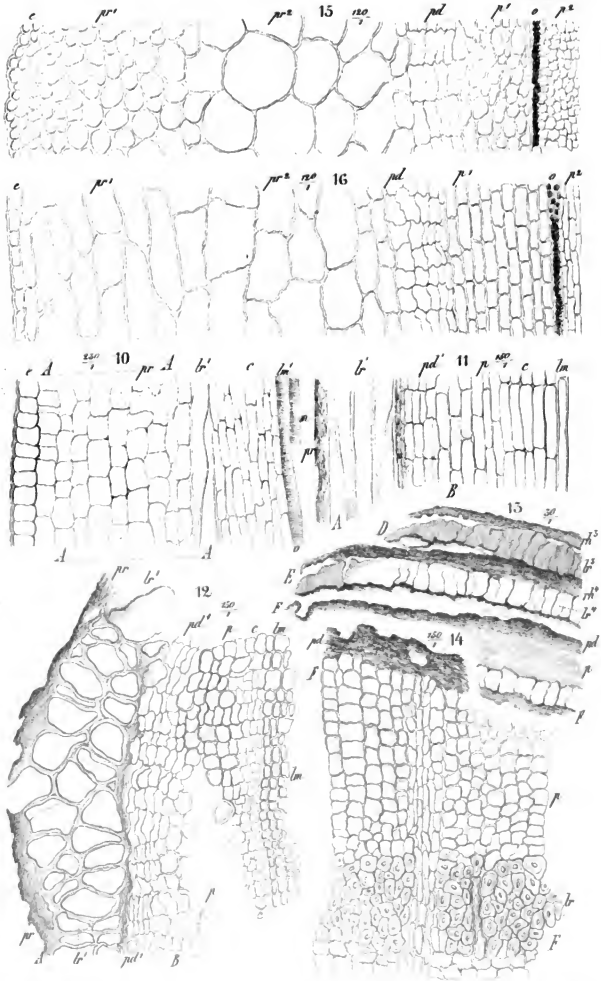
Nach d. Nat. gez. von Ernstein

Lith. Anst. von G. Reuthe, Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

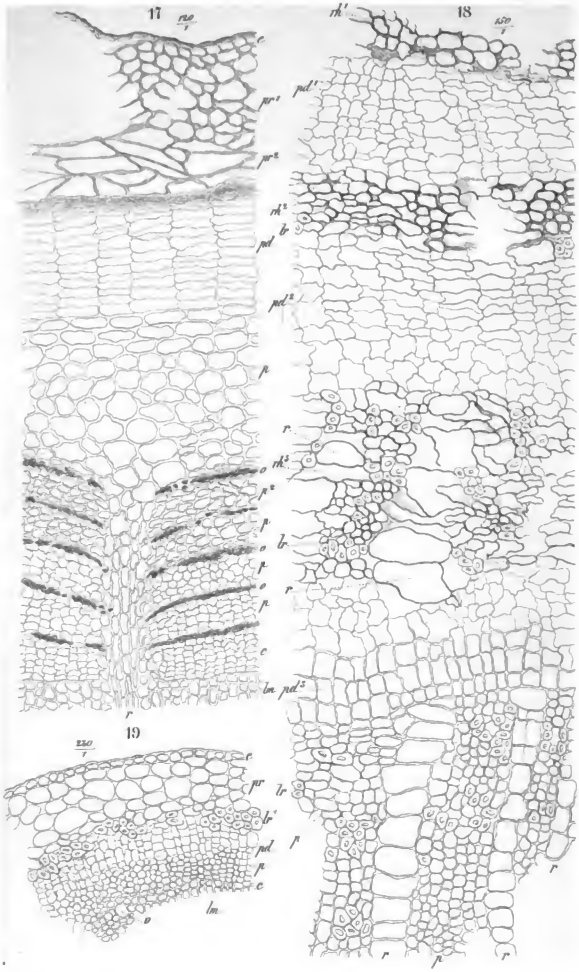
Tafel III.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel IV.



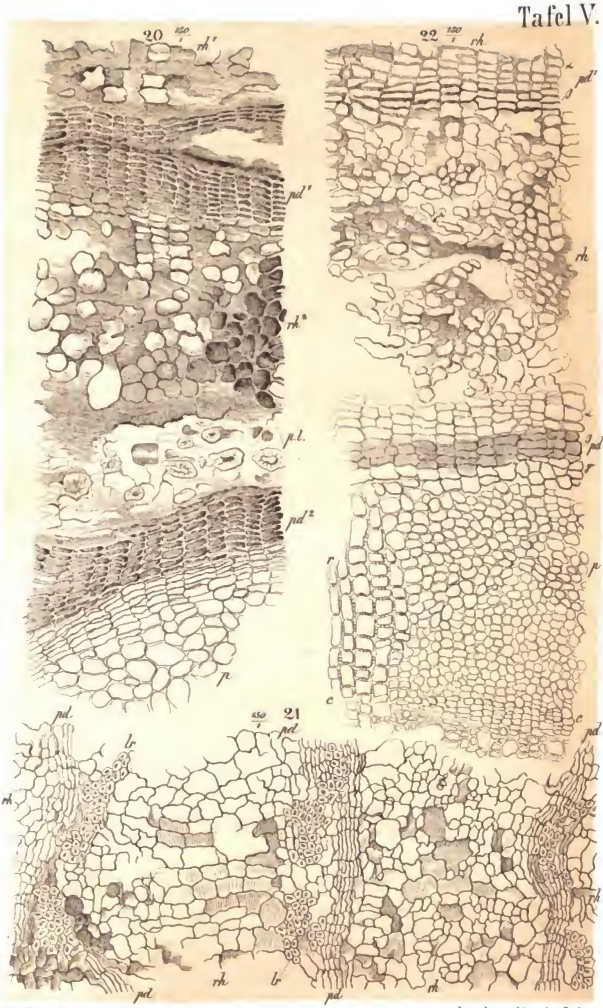
Nach d. Nat. gez. von Hanstein.

Lith. Anst. v. G. Reuche, Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel V.

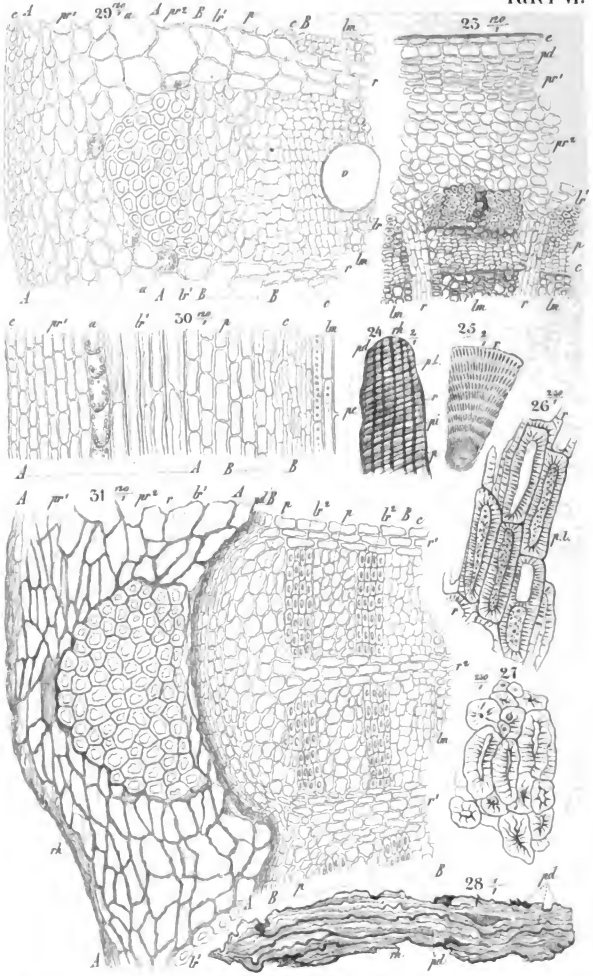


Aus d. Nat. gez. von Hanstein.

Lith. Anst. v. J. Reuche, Berlin.

Digitized by Google

Tafel VI.



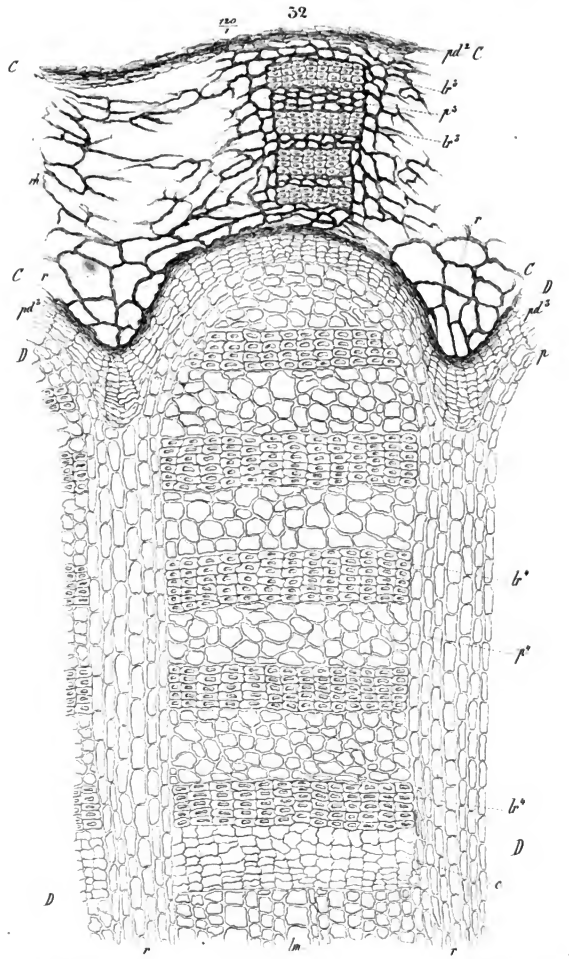
Nach d. Nat. gez. von Ed. Stein.

Lith. Anst. von G. Reuthe, Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel VII.



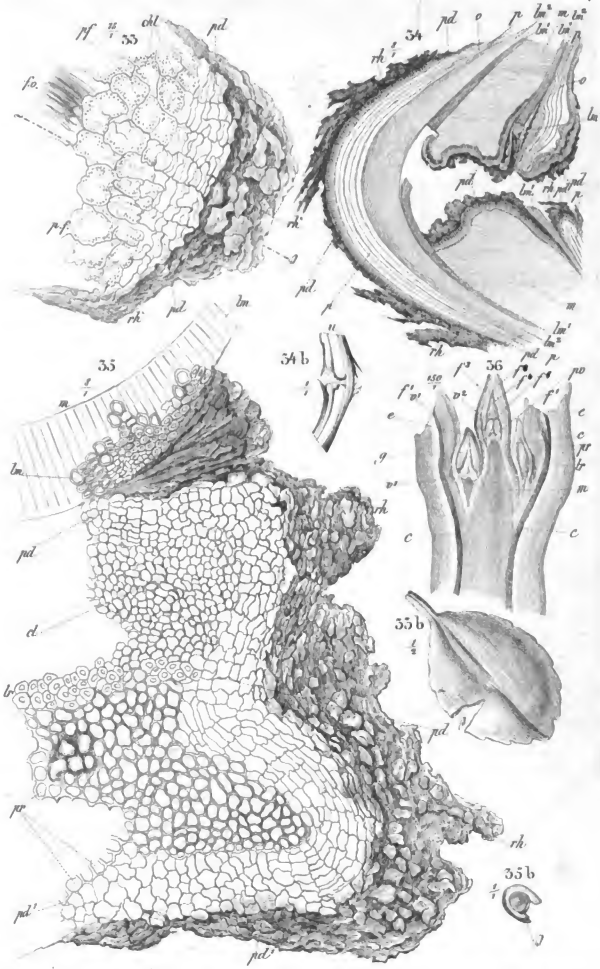
Nach der Natur von Hanstein

Lith. Anst. von G. Reuß, Berlin

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel VIII.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Gebunden bei
F. X. BEER
in
MÜNCHEN

8 Taf. 12/17

Digitized by Google